



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111708256 B

(45) 授权公告日 2024. 06. 25

(21) 申请号 202010594600.0

(22) 申请日 2014.07.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111708256 A

(43) 申请公布日 2020.09.25

(30) 优先权数据
102013214770.8 2013.07.29 DE
102014203190.7 2014.02.21 DE
102014208770.8 2014.05.09 DE

(62) 分案原申请数据
201480042509.0 2014.07.25

(73) 专利权人 卡尔蔡司SMT有限责任公司
地址 德国上科亨

(72) 发明人 M.施瓦布

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

专利代理师 王蕊瑞

(51) Int.Cl.
G03F 7/20 (2006.01)
G02B 17/06 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)
G21K 1/06 (2006.01)

(56) 对比文件
US 6244717 B1, 2001.06.12
CN 103109225 A, 2013.05.15

审查员 王春萌

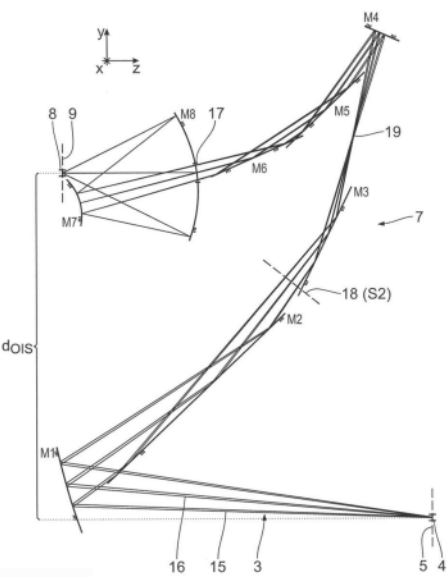
权利要求书2页 说明书165页 附图29页

(54) 发明名称

投射光学单元、光学系统以及投射曝光设备

(57) 摘要

一种适用于将物场(4)成像于像场(8)中的投射光学单元(7)。多个反射镜(M1至M8)适用于将来自物场(4)的成像光(3)引导至像场(8)。反射镜(M1至M8)中的至少两个实施为用于成像光(3)的入射角大于60°的掠入射的反射镜(M2、M3; M5、M6),其在成像光(3)的光束路径中布置为一个直接接着另一个。这导致具有良好校正的可成像场且同时具有高成像光通量的成像光学单元。



1. 一种将物场 (4) 成像在像场 (8) 中的投射光学单元 (34;35;36;37),
 - 包含多个反射镜 (M1至M8), 其用于将来自所述物场 (4) 的成像光 (3) 引导至所述像场 (8),
 - 其中, 至少两个反射镜 (M2、M3、M5、M6) 实施为用于所述成像光 (3) 的入射角大于 60° 的掠入射的反射镜,
 - 其中, 所述投射光学单元 (34;35;36;37) 在跨越所述像场 (8) 的两个不同方向上具有两个不同成像比例 (β_x 、 β_y), 以及
 - 其中, 中间像面能够布置在用于掠入射的反射镜上的反射区域中。
2. 如权利要求1所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述物场 (4) 具有的xy长宽比大于1, 其中, 所述投射光学单元的所述不同成像比例出现在此长宽比的这两个物场维度 (x、y) 的方向上。
3. 如权利要求2所述的投射光学单元, 其特征在于, 在较长物场维度 (x) 中的缩小成像比例比在与所述较长物场维度垂直的较短物场维度 (y) 中的小。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述两个不同成像比例中的较小者 (β_x) 小于6。
5. 如权利要求1至4中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述两个成像比例中的较大者 (β_y) 至少为6。
6. 如权利要求1至5中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述反射镜中的至少一个具有形式为自由形式表面的反射表面。
7. 如权利要求1至6中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于方向依赖性的物侧数值孔径。
8. 如权利要求1至7中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于,
 - 具有至少0.4的像侧数值孔径,
 - 场中心点的物侧主光线角 (CRA0) 小于 7° ,其中, 所述像场 (8) 沿着场维度 (x) 具有多于13mm的范围。
9. 如权利要求8所述的投射光学单元, 其特征在于, 数值孔径为至少0.5。
10. 如权利要求8或9所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述像场 (8) 在一个场维度 (x) 中的范围多于20mm。
11. 如权利要求2至9中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于具有光阑边缘的光阑 (18), 其沿着较短物场维度 (y) 的范围比沿着较长物场维度 (x) 的小。
12. 如权利要求1至11中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于所述反射镜 (M1至M8; M1至M6; M1至M7; M1至M9; M1至M11) 中的至少两个实施为用于所述成像光 (3) 的入射角大于 60° 的掠入射的反射镜 (M2、M3; M5、M6; M1、M2; M1、M2、M3; M3、M4; M6、M7; M4、M5; M2至M6; M1至M4; M6至M9), 其在所述成像光 (3) 的光束路径中布置为一个直接接着另一个。
13. 如权利要求12所述的投射光学单元, 其特征在于精确的两个用于掠入射的反射镜 (M1、M2)。
14. 如权利要求1至13中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于, 所述投射光学单元是遮挡的单元。
15. 如权利要求1至14中任一项所述的投射光学单元, 其特征在于物面 (5), 其中布置所

述物场(4),所述物面与其中布置所述像场(8)的像面(9)包括不同于 0° 的角度。

16.如权利要求1至12中任一项,14或15所述的投射光学单元,其特征在于精确的四个用于掠入射的反射镜(M2、M3、M5、M6)。

17.如权利要求16所述的投射光学单元,其特征在于,所述四个用于掠入射的反射镜(M2、M3、M5、M6)在所述成像光(3)的光束路径中分别以成对的方式(M2、M3;M5、M6)布置为一个直接接着另一个。

18.如权利要求1至17中任一项所述的投射光学单元,其特征在于,至少两个用于所述成像光(3)的入射角小于 45° 的法线入射的反射镜(M1、M4、M7、M8;M3至M6;M4至M7;M2、M5、M8、M9;M1、M3、M6、M7;M1、M7、M8;M5、M10、M11)。

19.如权利要求18所述的投射光学单元,其特征在于四个用于所述成像光(3)的入射角小于 45° 的法线入射的反射镜(M1、M4、M7、M8;M3至M6;M4至M7)。

20.如权利要求1至19中任一项所述的投射光学单元,其特征在于所述投射光学单元(7;20;21)的大于7%的总反射率,其呈现为所述投射光学单元(7;20;21;22;23;24;25;26;27;28;29;30)的所有反射镜(M1至M8;M1至M6;M1至M7;M1至M9;M1至M11)的反射率的乘积。

21.一种光学系统,包含如权利要求1至20中任一项所述的投射光学单元和用照明光(3)照明所述物场(4)的照明光学单元(6)。

22.如权利要求21所述的光学系统,其特征在于EUV光源(2)。

23.一种用于投影光刻的投射曝光设备,包含如权利要求21或22所述的光学系统。

24.如权利要求23所述的投射曝光设备,包含用于保持掩模母版(10)的掩模母版保持器(10a),其能够在扫描方向(y)上位移,其特征在于,所述投射光学单元在所述扫描方向上的成像比例比与所述扫描方向垂直的方向上的大。

25.一种制造结构化部件的方法,包含以下方法步骤:

-提供掩模母版(10)和晶片(11);

-借助如权利要求23或24所述的投射曝光设备,将所述掩模母版(10)上的结构投射至所述晶片(11)的感光层上;

-产生微结构或纳米结构于所述晶片(11)上。

26.一种根据如权利要求25的方法制造的结构化部件。

投射光学单元、光学系统以及投射曝光设备

[0001] 本申请是申请日为2014年7月25日且发明名称为“将物场成像于像场的投射光学单元以及包含这种投射光学单元的投射曝光设备”的中国专利申请No.201480042509.0的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 通过引用,将德国专利申请第10 2013 214 770.8号,第10 2014 203 190.7号以及第10 2014 208 770.8的内容并入本文。

技术领域

[0004] 本发明涉及一种将物场成像于像场的投射光学单元。此外,本发明涉及一种包含此投射光学单元的光学系统,一种包含此光学系统的投射曝光设备,一种使用此投射曝光设备制造微结构化或纳米结构化部件的方法和一种通过此方法制造的微结构化或纳米结构化部件。

背景技术

[0005] 一开始所提类型的投射光学单元请见DE 10 2012 202 675 A1、DE 10 2009 011 328 A1、US 8 027 022 B2及US 6 577 443 B2。投射曝光设备的照明光学单元请见DE 10 2009 045 096 A1。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于开发一开始所提类型的投射光学单元,使得这导致良好校正的可成像场且同时具有高成像光通量(throughput)。

[0007] 根据本发明,该目的通过包含如权利要求1所述的特征的投射光学单元,以及通过包含如权利要求10所述的特征的EUV投射光学单元来实现。

[0008] 根据本发明,已发现的是,投射光学单元内布置为一个直接接着另一个的用于掠入射的两个反射镜导致可设计具有高成像光通量的投射光学单元,所述高成像光通量在要成像的整个场上是均匀的,其中同时还提供通过具有掠入射的反射镜校正像场中的像的自由度。

[0009] 投射光学单元的反射镜可承载增加成像光反射率的涂层。钪和/或钼可用作这些涂层的涂层材料。

[0010] 用于掠入射的反射镜可具有位于75%和95%之间的范围中的反射率,且此反射率尤其可以是至少80%。用于掠入射的反射镜可具有线性地取决于入射角的反射率。这种线性依赖性可通过使用至少一个用于掠入射的其它反射镜来补偿,该至少一个用于掠入射的其它反射镜同样具有反射率对入射角的相应线性依赖性。投射光学单元适合于EUV波长的成像光,尤其是在5nm和30nm之间的范围中的波长。成像光在用于掠入射的反射镜上的入射角可大于65°、可大于70°、可大于72°、可大于75°、可大于80°或还可大于85°。

[0011] 投射光学单元可实施为成像反射式掩模母版的一部分。为此,中央物场点的主光

线可包括与物面法线呈大于 3° 和例如等于 5.5° 的角度。

[0012] 至少两个用于掠入射的反射镜之一可以是投射光学单元在成像光束路径中在物场下游的第一反射镜。用于掠入射的反射镜可具有偏离平表面的反射表面,并且尤其可具有校正图像像差的表面形状。用于掠入射的反射镜的反射表面可实施为非球面表面或为无旋转对称性的自由形式表面(free-form surface)。

[0013] 在用于掠入射的反射镜上,中间像面可布置在反射区域中。这导致成像光束在用于掠入射的反射镜的区域中的有利压缩(constriction),并且因此避免用于掠入射的反射镜需要非期望的大反射表面。

[0014] 投射光学单元可实施为反射式光学单元。

[0015] 投射光学单元可包含至少一个反射镜,其具有用于照明光的通道开口。投射光学单元可实施为遮挡的光学单元(obscured optical unit)。

[0016] 替代地,投射光学单元还可实施为使得投射光学单元的所有反射镜的反射表面被全部使用到。投射光学单元可实施为无遮挡的光学单元。

[0017] 投射光学单元的至少一个反射镜的由照明光所光学撞击的反射表面(即,使用的反射表面)的x/y长宽比可小于1、可小于0.8、可等于0.7、可小于0.7、可小于0.6且可等于0.5。此处,y坐标位于分别所观察反射镜的入射平面中。x坐标则垂直于分别所观察反射镜的入射平面。其中要成像的物体和/或其上发生成像的基板位移的扫描方向也可沿着y坐标延伸。

[0018] 投射光学单元的至少一个反射镜的由照明光所光学撞击的反射表面(即,使用的反射表面)的x/y长宽比可大于1、可等于2、可大于2、可等于2.5、可大于2.5、可大于3、可大于4、可大于5、可大于6、可等于7.5、可大于10且可等于15。

[0019] 投射光学单元可具有一系列反射镜,其中除了至少一个GI反射镜对(即,在光束路径中布置为一个直接接着另一个的两个用于掠入射的反射镜)之外,还有单个GI反射镜。投射光学单元可具有三个连续GI反射镜。

[0020] 投射光学单元可包含至少一个反射镜,其具有鞍状表面(saddle surface)的实施例,即,其在一个平面中具有正折射屈光度,并且在与该平面垂直的平面中具有负折射屈光度。投射光学单元可具有多个这种鞍状反射镜。

[0021] 已发现如权利要求2所述的精确的两个用于掠入射的反射镜尤其适合于投射光学单元。

[0022] 如权利要求3所述的在物面和像面之间的角度使得能够进行成像光光束路径或成像光束路径的尤其紧凑的引导。此角度可大于 1° 、可大于 2° 、可大于 3° 、可大于 5° 、可大于 7° 、可大于 10° 、可大于 20° 、可大于 30° 并可等于 39° 。

[0023] 还发现如权利要求4所述的精确的四个用于掠入射的反射镜尤其适合。

[0024] 已发现,如权利要求5所述的用于掠入射的反射镜的成对布置适合于补偿取决于入射角的反射。用于法线入射的至少一个反射镜可位于用于掠入射的反射镜对之间。用于掠入射的反射镜对可布置使得连续布置的两个反射镜的偏转效应相加,即,使反射角相加。此实施例能够补偿用于掠入射的反射镜上的取决于入射角的反射率。替代地,可在穿过投射光学单元的成像光的光束路径的不同点处,将用于掠入射的补偿反射镜指派给用于掠入射的反射镜,其中以相对较大入射角入射在用于掠入射的反射镜上的单独光线相应地以较

小入射角入射在补偿反射镜上,并且反之亦然。另一用于掠入射的反射镜和/或用于法线入射的反射镜可布置在掠入射的反射镜与指派给该掠入射的反射镜的补偿反射镜之间。就在投射光学单元中提供多于两个用于掠入射的反射镜来说,补偿反射镜的补偿效应还可应用于其他用于掠入射的反射镜中的多于一者。因此,例如,在三个用于掠入射的反射镜的情况下,可提供一个用于掠入射的补偿反射镜,其补偿另两个用于掠入射的反射镜的反射的入射角依赖性。

[0025] 已发现,如权利要求6所述的实施例尤其适合于满足加于投射光学单元的边界条件。至少两个用于法线入射的反射镜可为以下入射角的成像光所撞击:小于 40° 、小于 35° 、小于 31° 、小于 25° 、小于 20° 及甚至可以更小。

[0026] 如权利要求7所述的四个用于法线入射的反射镜导致具有尤其良好的像校正的投射光学单元的选项。

[0027] 投射光学单元的像侧数值孔径可为至少0.4或0.5或0.6。此投射光学单元实现尤其高的分辨率(resolution)。

[0028] 如权利要求8所述的投射光学单元的总反射率可为9.75%、可大于10%、可大于11%、可等于11.97%、可大于12%及尤其可等于12.2%。尤其取决于反射镜上增加反射的涂层的实施例,还可以有较大的总反射率。

[0029] 如权利要求9所述的EUV投射光学单元同时具有用于EUV成像光的高结构分辨率及高通量。也就是说,在投射期间损失较少使用光,这进而减少曝光持续期间,并因此增加配备此EUV投射光学单元的投射曝光设备的晶片产量。总反射率可大于8%、可大于9%、可大于10%或甚至可更大。

[0030] 已发现如权利要求10所述的实施为变形光学单元的投射光学单元尤其有利。

[0031] 变形光学单元(anamorphic optical unit)具有用于不同场坐标、尤其用于正交场坐标的不同成像比例(imaging scale)。此处,投射光学单元的绝对缩小因子称为成像比例。举例而言,缩小因子4的投射光学单元相应地具有成像比例为4。那么,成像比例较大是指缩小因子增加。因此,在此意义内,缩小因子8的投射光学单元具有比缩小因子4的投射光学单元大的成像比例。

[0032] 变形光学单元可具有取决于方向的(direction-dependent)(即,取决于场坐标的(field coordinate-dependent))物侧数值孔径(object-side numerical aperture)。

[0033] 已知如果物侧数值孔径增加,则需要放大物侧主光线角(object-side chief ray angle),因而可能导致吸收体结构的遮蔽效应(shadowing effect),以及导致层传输的问题,尤其通过掩模母版涂层导致强烈切趾效应(apodization effect)。此外,已知利用变形成像光学单元,尤其利用变形成像投射镜头,具有预定大小的掩模母版可以预定成像比例从物场成像至预定照明场,其中照明场在第一成像比例的方向上被完全照明,而第二方向上的增加的成像比例对投射曝光设备的产量没有负面影响,而是可通过适合措施加以补偿。

[0034] 因此,变形镜头既使得能够在第一方向上以较大物侧数值孔径完全照明图像区,且成像掩模母版的范围不需要在此第一方向上放大且此不会造成投射曝光设备的产量减少,且还能够使因照明光的倾斜入射引起的成像质量损失最小化。

[0035] 由于具有在两个主截面的方向上具有相同符号的成像比例,因此避免了像颠倒

(image inversion) (像翻转(image flip))。光学单元尤其在两个主截面的方向上具有正成像比例。

[0036] 变形光学单元协助在反射物体上产生成像光的入射角,该入射角尽可能小。较大物侧数值孔径可垂直于成像光在物体上的入射平面而存在。构造变形光学单元并不强制使用圆柱形光学单元。不同成像比例可具有用于两个场坐标的正号。不同成像比例可具有用于两个场坐标的缩小效应。变形投射光学单元可具有椭圆形入射光瞳及/或椭圆形出射光瞳。变形投射光学单元可具有旋转对称及n重旋转对称出射光瞳。正交场坐标的不同成像比例可相差至少1.1倍、至少1.2倍、至少1.3倍、至少1.4倍、至少1.5倍、至少1.7倍、至少2倍、至少2.5倍及至少3倍或甚至更多倍。

[0037] 权利要求11、12及16的优点对应于上文已经论述的优点。较小的成像比例相当于较小的缩小效应。

[0038] 已发现如权利要求13及14所述的成像比例尤其适合。举例而言,两个不同成像比例中的较小者可为5.4、可小于5、可等于4或甚至可更小。两个不同成像比例中的较大者可等于7、可等于8或甚至可更大。

[0039] 如权利要求15所述的实施为自由形式表面的反射镜反射表面能够扩大投射光学单元的设计自由度。尤其,变形效应可在多个反射镜表面上分布。

[0040] 如权利要求17至19所述的数值孔径及像场尺寸针对投射曝光设备中在使用期间关于成像质量及晶片曝光的需求充分调适。

[0041] 投射光学单元可具有孔径光阑(aperture stop)。此孔径光阑可位于平面中或具有三维实施例。孔径光阑的范围在扫描方向上可比与其垂直的方向上的小。

[0042] 投射光学单元可具有遮挡光阑(obscurtion stop)。上文关于孔径光阑说明的内容适用于关于遮挡光阑的实施例。

[0043] 如权利要求20所述的具有范围比率的光阑针对投射光学单元的变形效应进行调适。光阑可布置在投射光学单元的入射光瞳平面中。沿着较短物场维度的范围与沿着较长物场维度的范围的比率可对应于在较长物场维度中的缩小成像比例与在较短物场维度中的缩小成像比例的比率。

[0044] 上文参考各种投射光学单元论述的特征可以与彼此的任何组合来实现。

[0045] 如权利要求20所述的光学系统的优点对应于上文参考投射光学单元已经说明的优点。就使用变形投射光学单元而言,照明光学单元可针对投射光学单元的非旋转对称入射光瞳进行调适。

[0046] 投射光学单元的优点在如权利要求21所述的光学系统中尤其显著。用于EUV光源的可能工作波长可为13.5nm。替代地,还可使用DUV光源,也就是说,例如,波长193nm的光源。

[0047] 如权利要求22所述的投射曝光设备的优点对应于上文已经参考投射光学单元所说明的优点。

[0048] 如权利要求23所述的投射曝光设备使用变形投射光学单元的优点。

[0049] 如权利要求24所述的掩模母版针对变形投射光学单元进行调适。

[0050] 如权利要求25所述的制造方法及如权利要求26所述的微结构化或纳米结构化部件的优点对应上文参考投射光学单元及光学系统及投射曝光设备已经说明的优点。

[0051] 尤其,可使用投射曝光设备制造半导体部件,例如存储芯片。

附图说明

[0052] 下文基于附图详细说明本发明的示例性实施例。在图中:

[0053] 图1示意性显示EUV光刻的投射曝光设备;

[0054] 图2以子午截面显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的成像光学单元的实施例,其中描绘两个选定场点的主光线及上下彗差光线的成像光束路径;

[0055] 图3至13以类似于图2的示图分别显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的成像光学单元的其他实施例;

[0056] 图14以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的成像光学单元的另一实施例,其具有弯曲场及从物场发出的发散主光线;

[0057] 图15显示从图14的观看方向XV所见,根据图14的成像光学单元的视图;

[0058] 图15A显示根据图14及15的成像光学单元的反射镜的光学使用表面的边缘轮廓的视图;

[0059] 图16以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的成像光学单元的另一实施例;

[0060] 图17显示从图16的观看方向XVII所见,根据图16的成像光学单元的视图;

[0061] 图18以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的成像光学单元的另一实施例;

[0062] 图19显示从图18的观看方向XIX所见,根据图18的成像光学单元的视图;

[0063] 图20以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的、构造为变形光学单元的成像光学单元的另一实施例;

[0064] 图21显示从图20的观看方向XXI所见,根据图20的成像光学单元的视图;

[0065] 图21A显示根据图20及21的成像光学单元的反射镜的光学使用表面的边缘轮廓的视图;

[0066] 图22以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的、构造为变形光学单元的成像光学单元的另一实施例;

[0067] 图23显示从图22的观看方向XXIII所见,根据图22的成像光学单元的视图;

[0068] 图24以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的、构造为变形光学单元的成像光学单元的另一实施例;

[0069] 图25显示从图24的观看方向XXV所见,根据图24的成像光学单元的视图;

[0070] 图26以类似于图2的示图显示可用作根据图1的投射曝光设备中投射镜头的、构造为变形光学单元且无光瞳遮挡的成像光学单元的另一实施例;

[0071] 图27显示从图26的观看方向XXVII所见,根据图26的成像光学单元的视图。

具体实施方式

[0072] 微光刻投射曝光设备1包含用于照明光或成像光3的光源2。光源2为EUV光源,产生光的波长范围例如在5nm与30nm之间,尤其在5nm与15nm之间。尤其,光源2可以是波长13.5nm的光源或波长6.9nm的光源。还可以使用其他EUV波长。一般而言,在投射曝光设备1

中引导的照明光3还可使用任何所要波长,例如可见波长或其他波长,其可在微光刻中使用(如,DUV、真空紫外线)且其可使用适合的激光光源和/或LED光源(例如365nm、248nm、193nm、157nm、129nm、109nm)。在图1中示意性描绘照明光3的光束路径。

[0073] 照明光学单元6适用于将来自光源2的照明光3引导至物面5中的物场4。使用投射光学单元或成像光学单元7,以预定的缩小比例将物场4成像于像面9中的像场8中。

[0074] 为了简化投射曝光设备1和投射光学单元7的各种实施例的说明,在图式中指定笛卡尔xyz坐标系,以此坐标系展现图中描绘的部件之间的相应位置关系。在图1,x方向延伸垂直于示图平面并向示图平面中延伸。y方向向左延伸,而z方向向上延伸。

[0075] 物场4与像场8均为矩形。替代地,物场4和像场8还可实施为弯形或弯曲,也就是说,尤其呈现局部环形的形式。物场4和像场8具有xy长宽比大于1。因此,物场4在x方向上具有较长物场尺寸,并且在y方向上具有较短物场尺寸。这些物场尺寸沿着场坐标x及y延伸。

[0076] 在图2等中描绘的示例性实施例之一可用于投射光学单元7。根据图2的投射光学单元7具有缩小因子8。也可以使用其他缩小比例,例如4×、5×或大于8×的缩小比例。在图2及图5等的实施例中,投射光学单元7中的像面9布置为平行于物面5。在此描绘的是反射掩模10(又称为掩模母版)的区段(section),其与物场4重合。掩模母版10由掩模母版保持器10a承载。掩模母版保持器10a由掩模母版位移驱动器10b位移。

[0077] 在基板11的表面上进行投射光学单元7的成像,基板11的形式为晶片,由基板保持器12承载。基板保持器12由晶片或基板位移驱动器12a位移。

[0078] 在掩模母版10与投射光学单元7之间,进入后者的照明光3的光束13示意性描绘于图1中,如在投射光学单元7与基板11之间,出自投射光学单元7的照明光3的光束14一样。在图1中,投射光学单元7的像场侧数值孔径(NA)未按比例重现。

[0079] 投射曝光设备1是扫描仪类型的设备。在投射曝光设备1操作期间,掩模母版10和基板11皆在y方向上同步扫描。还可以是步进机类型的投射曝光设备1,其中在基板11的单独曝光之间,掩模母版10和基板11在y方向上逐步位移。这些位移通过位移驱动器10b及12a的适当致动而彼此同步。

[0080] 图2显示投射光学单元7的第一实施例的光学设计。图2中描绘的是三个单独光线15在各个情况中的光束路径,其从图2的y方向上彼此隔开的两个物场点发出。描绘了主光线16,即,延伸穿过投射光学单元7的光瞳平面中光瞳中心的单独光线15,及各描绘这两个物场点的上下彗差光线。从物场4发出,主光线16包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0081] 物面5平行于像面9。

[0082] 投射光学单元7具有像侧数值孔径为0.45。

[0083] 投射光学单元7具有缩小成像比例为8×。

[0084] 根据图2的投射光学单元7具有总共八个反射镜,其按照从物场4发出的单独光线15的光束路径的顺序依序编号为M1至M8。成像光学单元7还可具有不同数目的反射镜,例如四个反射镜或六个反射镜。

[0085] 图2描绘反射镜M1至M8的计算的反射表面。如可从根据图2的示图所看见,仅使用这些计算的反射表面的一部分。仅反射表面的实际使用区事实上存在于真实的反射镜M1至M8中。这些使用的反射表面由反射镜体按其本身已知的方式承载。

[0086] 在图2的投射光学单元7中,反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜,

也就是说,实施为成像光3以小于 45° 的入射角入射于其上的反射镜。因此,图2的投射光学单元7具有总共四个用于法线入射的反射镜M1、M4、M7及M8。

[0087] 反射镜M2、M3、M5及M6为用于照明光3的掠入射的反射镜,也就是说,照明光3以大于 60° 的入射角入射于其上的反射镜。成像光3的单独光线15在用于掠入射的反射镜M2、M3及M5、M6上的典型入射角约为 80° 。总之,图2的投射光学单元7包含精确的四个用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6。

[0088] 反射镜M2及M3形成在成像光3的光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。反射镜M5及M6还形成在成像光3的光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。

[0089] 一方面反射镜对M2、M3及另一方面反射镜对M5、M6反射成像光3,使得单独光线15在这两个反射镜对的相应反射镜M2、M3或M5、M6上的反射角相加。因此,相应反射镜对M2、M3及M5、M6的相应第二反射镜M3及M6放大分别由第一反射镜M2、M5对相应单独光线15施加的偏转效应。此反射镜对M2、M3及M5、M6的反射镜布置对应于DE 10 2009 045 096 A1中针对照明光学单元所说明的布置。

[0090] 用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6各具有很大的半径绝对值,即,与平表面具有相对较小的偏差。这些用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6因此实际上没有任何光焦度(optical power),即,实际上没有像凹面或凸面反射镜的总光束形成效应,但促成特定像差校正,且尤其促成局部像差校正。

[0091] 为了描述投射光学单元7的反射镜的偏转效应的特性,在下文基于分别描绘的子午截面定义偏转方向。如在例如图2的子午截面中的相应入射光束方向上所见,以缩写“R”表示相应反射镜在顺时针方向的偏转效应,即,向右的偏转。举例而言,投射光学单元7的反射镜M1具有此“R”偏转效应。以缩写“L”表示反射镜在逆时针方向(即,向左)的偏转效应,如从入射在此反射镜上的相应光束方向所见。投射光学单元7的反射镜M2及M3为“L”偏转效应的示例。以缩写“0”表示具有折叠角 f (其中 $-1^\circ < f < 1^\circ$)的反射镜的弱偏转效应或完全不偏转效应。投射光学单元7的反射镜M7是“0”偏转效应的示例。总之,反射镜M1至M8的投射光学单元7具有以下偏转效应顺序:RLLLRROL。

[0092] 原则上,投射光学单元的所有说明的示例性实施例可关于平行于xz平面延伸的平面成镜像,在此情况中并无基本成像特性改变。然而,这却势必改变偏转效应的顺序,例如在投射光学单元7通过对应镜像显现的投射光学单元的情况中,偏转效应具有以下顺序:LRRRLLOR。

[0093] 例如反射镜M4上的偏转效应的选择(即,相应入射光束的方向的选择)及反射镜对M2、M3及M5、M6的偏转方向的选择,经选定致使有效地使用可供投射光学单元7使用的安装空间。

[0094] 反射镜M1至M8载有优化反射镜M1至M8对成像光3的反射率的涂层。这可以是钎涂层、钼涂层或具有钎顶层的钼涂层。在用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6中,可使用具有如由钼或钎制成的层的涂层。这些高反射层,尤其用于法线入射的反射镜M1、M4、M7及M8的高反射层,可实施为多层的层,其中可以不同材料制造连续层。还可使用交替材料层。典型多层的层可包含50个各由钼层及硅层制成的双层。

[0095] 为了计算投射光学单元7的总反射率,将系统传输率计算如下:各反射镜表面上的反射镜反射率取决于引导光线(即,中央物场点的主光线)的入射角来确定,并通过乘法结

合以形成系统传输率。

[0096] 此处,反射镜上的百分比单位的反射率 R_M 呈现为:

[0097] $R_M = c_0x^4 + c_1x^3 + c_2x^2 + c_3x + c_4$,

[0098] 其中,x代表单位为度的相应入射角。系数 c_i 出自:

[0099] $c_i = 1/2(c_{i_{S-fit}} + c_{i_{P-fit}})$,

[0100] 作为一方面S偏振及另一方面P偏振的相应系数的平均值。

[0101] 对于在 $60^\circ < x < 88^\circ$ 之间的入射角范围,用于钕层的系数呈现为如下,钕层因此在掠入射角下被撞击:

	c0	c1	c2	c3	C4
[0102] S-Fit	0	$1.59347283 \times 10^{-3}$	$-4.06503596 \times 10^{-1}$	3.56423129×10^1	$-9.76664971 \times 10^{-2}$
P-Fit	0	$1.88179657 \times 10^{-3}$	$-4.79626971 \times 10^{-1}$	4.20429269×10^1	$-1.17059654 \times 10^{-3}$

[0103] 对于NI反射镜,即,在垂直入射的区域中,用于钼/硅多层堆叠的系数呈现为如下:

	c0	c1	c2	c3	C4
[0104] S-Fit	$2.89135870 \times 10^{-6}$	$-3.90173053 \times 10^{-4}$	$1.04448085 \times 10^{-2}$	$-2.65742974 \times 10^{-2}$	6.66009436×10^1
P-Fit	$2.05886567 \times 10^{-5}$	$5.79240629 \times 10^{-4}$	$-3.37849733 \times 10^{-2}$	$3.92206533 \times 10^{-2}$	6.65307365×10^1

[0105] 关于GI反射镜(用于掠入射的反射镜)上的反射的更多信息请见WO 2012/126867 A。关于NI反射镜(法线入射反射镜)的反射率的更多信息请见DE 101 55 711 A。

[0106] 投射光学单元7的总反射率或系统传输率呈现为投射光学单元7的所有反射镜M1至M8的反射率的乘积,即 $R = 10.43\%$ 。

[0107] 反射镜M8,即,成像光束路径中在像场8前方的最后反射镜,具有通道开口17,用于使从倒数第三反射镜M6反射至倒数第二反射镜M7的成像光3通过。在通道开口17周围以反射方式使用反射镜M8。其他反射镜M1至M7均没有通道开口,且所述反射镜在无间隙的连续区域中以反射方式使用。

[0108] 反射镜M1至M8实施为无法以旋转对称函数描述的自由形式表面。还可有投射光学单元7的其他具体实施例,其中反射镜M1至M8中的至少一个实施为旋转对称非球面。所有反射镜M1至M8还可实施为这种非球面。

[0109] 自由形式表面可通过以下自由形式表面方程式(方程式1)来描述:

$$\begin{aligned}
 Z = & \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)(c_x x)^2 - (1 + k_y)(c_y y)^2}} \\
 & + C_1 x + C_2 y \\
 & + C_3 x^2 + C_4 xy + C_5 y^2 \\
 [0110] \quad & + C_6 x^3 + \dots + C_9 y^3 \\
 & + C_{10} x^4 + \dots + C_{12} x^2 y^2 + \dots + C_{14} y^4 \\
 & + C_{15} x^5 + \dots + C_{20} y^5 \\
 & + C_{21} x^6 + \dots + C_{24} x^3 y^3 + \dots + C_{27} y^6 \\
 & + \dots
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

[0111] 以下适用于此方程式(1)的参数:

[0112] Z是自由形式表面在点x、y的矢高(sag),其中 $x^2 + y^2 = r^2$ 。此处,r是与自由形式表面方程式的参考轴($x=0; y=0$)的距离。

[0113] 在自由形式表面方程式(1)中, $C_1, C_2, C_3 \dots$ 表示x及y的幂的自由形式表面级数展开的系数。

[0114] 在锥形基区(conical base area)的情况下, c_x, c_y 是对应于对应非球面的顶点曲率的常数。因此, $c_x = 1/R_x$ 及 $c_y = 1/R_y$ 适用。此处, k_x 及 k_y 各对应于对应非球面的锥形常数。因此,方程式(1)描述双锥形自由形式表面。

[0115] 替代的可能自由形式表面可从旋转对称参考表面产生。用于微光刻投射曝光设备的投射光学单元的反射镜的反射表面的这种自由形式表面请见US 2007-0058269 A1。

[0116] 或者,还可借助二维样条表面描述自由形式表面。此示例为Bezier曲线或非均匀有理基本样条(non-uniform rational basis spline, NURBS)。举例而言,二维样条表面可通过xy平面中的栅格及相关联的z值描述,或通过那些点及与其相关联的梯度描述。取决于相应的样条表面类型,使用如关于其连续性及可微性具有特定性质的多项式或函数,通过栅格点之间的插值,获得完整表面。此示例为解析函数。

[0117] 可从以下各表取得投射光学单元7的反射镜M1至M8的反射表面的光学设计数据。这些光学设计数据各始于像面9,即,以像面9与物面5之间的成像光3的反向传播方向描述相应投射光学单元。

[0118] 这些表格的第一个提供投射光学单元7的设计数据的概观,并概述数值孔径NA、计算的成像光设计波长、像场在x及y向上的尺寸、像场曲率及光阑位置。将此曲率定义为场曲率半径的倒数。

[0119] 这些表格的第二个指定光学部件的光学表面的顶点半径(半径 $_x = R_x$ 、半径 $_y = R_y$)及折射屈光度值(屈光度 $_x$ 、屈光度 $_y$)。负值半径是指在所观察平面(xz、yz)的相应表面截面中朝着入射照明光3的凹曲线,其为相应曲率方向(x、y)的顶点的表面法线所跨越。两个半径:半径 $_x$ 、半径 $_y$ 可明确具有不同符号。

[0120] 将各光学表面处的顶点限定为引导光线的入射点,引导光线沿着对称平面 $x=0$,即,图2的示图平面(子午平面(meridional plane)),从物场中心延伸至像场8。

[0121] 将顶点的折射屈光度:屈光度 $_x(P_x)$ 、屈光度 $_y(P_y)$ 限定为:

$$[0122] \quad P_x = - \frac{2 \cos AOI}{R_x}$$

$$[0123] \quad P_y = - \frac{2}{R_y \cos AOI}$$

[0124] 此处,AOI表示引导光线相对于表面法线的入射角。

[0125] 第三表格以mm为单位针对反射镜M1至M8指定锥形常数 k_x 及 k_y 、顶点半径 R_x (=半径 $_x$)及自由形式表面系数 C_n 。未见于表格中的系数 C_n 各具有0值。

[0126] 第四表格更指定相应反射镜从参考表面开始在y方向上的偏心(DCY)、及在z方向上的位移(DCZ)及倾斜(TLA、TLC)的量值。这对应于实行自由形式表面设计方法时的平行位移及倾斜。此处,在y方向及z方向上实行以mm为单位的位移,并且绕着x轴及绕着z轴实行倾斜。此处,倾斜角以度为单位。首先实行偏心,接着实行倾斜。在偏心期间的参考表面在各个情况中为指定的光学设计数据的第一表面。还针对物场4指定y方向及z方向上的偏心。除了指派给单独反射镜的表面之外,第四表格还将像面列为第一表面,将物面列为最后表面及可能列出光阑表面(以“光阑”代表)。

[0127] 第五表格更指定反射镜M8至M1的传输率数据,即所述反射镜针对入射在相应反射镜中央的照明光入射角的反射率。将总传输率指定为入射强度在投射光学单元中的所有反射镜反射之后所剩下的比例因子。

[0128] 第六表格将光阑(表面M8)的边缘指定为局部xyz坐标中的多边形链(polygonal chain)。此光阑布置在反射镜M8的位置。如上文说明,光阑偏心且倾斜。

示例性实施例

图 2

	NA	0.45
	波长	13.5 nm
[0129]	场尺寸 $_x$	13.0 mm
	场尺寸 $_y$	0.784 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	M8

[0130] 用于图2的表1

	表面	半径 $_x$ [mm]	屈光度 $_x$ [1/mm]	半径 $_y$ [mm]	屈光度 $_y$ [1/mm]	工作模式
	M8	-837.70881927	0.00236862	-757.27364908	0.00266207	REFL
	M7	2488.10131627	-0.00080383	283.66314157	-0.00705062	REFL
[0131]	M6	4560.51860808	-0.00007268	18476.28162004	-0.00065317	REFL
	M5	-2531.38864214	0.00014365	-103076.57144805	0.00010672	REFL
	M4	-2528.42598018	0.00077816	-1442.81510027	0.00140906	REFL
	M3	-3050.65046824	0.00012933	34435.31193357	-0.00029442	REFL
	M2	-194394.06397033	0.00000156	-40926.79441369	0.00032129	REFL
	表面	半径 $_x$ [mm]	屈光度 $_x$ [1/mm]	半径 $_y$ [mm]	屈光度 $_y$ [1/mm]	工作模式
[0132]	M1	10833.49940461	-0.00017328	-2578.14093233	0.00082650	REFL

[0133] 用于图2的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-837.70881930	2488.10131600	4560.51860800
C7	-9.0132308e-09	1.11394243e-06	1.59114264e-07
C9	-1.00251209e-09	2.8860992e-07	5.59843391e-09
C10	-8.87226228e-12	1.18917173e-09	3.83909581e-10
C12	-5.08519375e-11	5.23800849e-09	2.11857784e-10
C14	-1.88200773e-11	1.0734105e-08	1.39463766e-11
C16	8.82521632e-15	3.75808998e-12	1.70877645e-12
C18	-4.19864966e-15	1.85595295e-11	2.66118623e-13
C20	-2.11360234e-16	-1.72133449e-11	-5.17043474e-14
C21	-3.19874264e-17	3.00011227e-15	9.63300464e-16
C23	-1.22217908e-16	4.11542089e-14	4.38089836e-15
[0134] C25	-1.30026191e-16	1.11642164e-13	1.61278968e-15
C27	-3.67400697e-17	3.22598292e-13	1.26838989e-16
C29	1.14026692e-20	2.92869138e-17	6.77960834e-18
C31	1.0918839e-20	1.69415114e-16	-5.39777251e-19
C33	-3.04462195e-21	4.33073361e-16	7.8861342e-19
C35	1.02259135e-22	-7.37362073e-16	8.03098684e-19
C36	-5.63440362e-23	1.44942891e-20	-3.90732961e-21
C38	-2.66622412e-22	3.05621193e-19	5.15318073e-20
C40	-4.32156525e-22	1.34609812e-18	-9.54272183e-21
C42	-2.89279412e-22	2.45287597e-18	-1.70492308e-20
C44	-5.99684085e-23	2.12868884e-18	-9.72311004e-22
C46	1.18076072e-26	2.0799062e-22	1.45427907e-22
C48	3.74881822e-26	2.68414652e-21	4.40689789e-22
C50	1.18386812e-26	5.8670912e-21	2.04987221e-22
C52	-1.00050188e-26	-2.33431824e-20	-7.75365541e-24
C54	-2.93462929e-27	-9.59894302e-20	-3.00655786e-24
C55	-7.12926517e-29	3.05798066e-25	2.33655571e-25

	系数	M8	M7	M6
	C57	-3.54266327e-28	2.94896726e-24	7.55277402e-25
	C59	-7.81684172e-28	2.54027973e-23	1.26094736e-24
	C61	-8.38095482e-28	8.05342131e-23	6.93792966e-25
	C63	-4.13760156e-28	1.24219439e-22	9.28250781e-26
	C65	-7.30815611e-29	4.10221778e-22	5.47302487e-27
	C67	1.94837068e-32	0	0
	C69	1.1397448e-31	0	0
	C71	1.34382689e-31	0	0
[0135]	C73	7.55966183e-32	0	0
	C75	1.56253375e-32	0	0
	C77	6.40963088e-33	0	0
	C78	-2.56297737e-34	0	0
	C80	-1.60836013e-33	0	0
	C82	-4.69716941e-33	0	0
	C84	-7.07121378e-33	0	0
	C86	-5.64664272e-33	0	0
	C88	-2.27265225e-33	0	0
	C90	-3.58207435e-34	0	0
[0136]	用于图2的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-2531.38864200	-2528.42598000	-3050.65046800
	C7	1.72781637e-07	5.8018765e-08	-1.17466046e-07
	C9	2.14254527e-08	8.64375408e-09	9.52322648e-09
[0137]	C10	1.91545596e-10	-1.94203172e-11	6.38336565e-11
	C12	-1.30545965e-10	7.93780161e-11	-6.09437242e-11
	C14	2.29647138e-11	-4.96311207e-10	-8.46825762e-11
	C16	-2.76920045e-13	-4.9519671e-14	2.46570227e-13
	C18	6.31392082e-14	1.46606283e-12	1.83720452e-13
	C20	5.5820243e-14	1.34097025e-11	-5.79539787e-14
	C21	-7.00730308e-18	8.53806243e-18	-1.75797003e-16
	C23	3.41967082e-16	-9.95579358e-16	6.08596054e-16

	系数	M5	M4	M3
	C25	-7.70078483e-17	-1.1212914e-14	3.41532358e-16
	C27	1.30566647e-16	-5.35527612e-14	9.88490631e-17
	C29	1.16112452e-19	2.57671697e-19	-1.20254031e-18
	C31	-1.62253585e-19	-3.25217486e-18	6.21318065e-19
	C33	-1.22964972e-19	-2.40795277e-16	1.66737236e-19
	C35	1.96436668e-19	-4.04068886e-15	1.33042899e-18
	C36	5.2349042e-22	-3.5496978e-23	6.42079101e-22
	C38	-3.65302727e-22	1.66117198e-21	-2.85312334e-21
	C40	6.2340516e-23	3.47327568e-20	-6.3375684e-22
	C42	9.80519303e-22	-1.2946755e-18	-2.67858747e-21
[0138]	C44	-7.581399e-22	-4.6332565e-17	1.89160718e-21
	C46	-2.8051662e-24	-2.53096392e-25	2.79819801e-24
	C48	-8.01335569e-25	3.13587836e-24	-1.95559965e-24
	C50	-2.19615172e-24	5.29262773e-22	-3.25009825e-24
	C52	2.6523186e-24	8.72077688e-21	-1.69895932e-23
	C54	-3.17905172e-24	-1.40950195e-19	-1.24591949e-23
	C55	1.31200881e-28	6.31299438e-31	2.44903332e-28
	C57	6.46975253e-27	-1.44337304e-27	5.45604256e-27
	C59	4.4689247e-27	-9.7439448e-26	2.50408571e-27
	C61	-1.34855282e-27	-4.38554687e-25	-5.44576542e-27
	C63	-6.32570305e-27	4.90510476e-23	-3.43807004e-26
	C65	-2.36233819e-27	1.11019478e-22	-3.46588884e-26

[0139] 用于图2的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
	RX	-194394.06400000	10833.49940000
[0140]	C7	-8.67070075e-09	1.48981967e-09
	C9	-1.03403364e-08	4.14892815e-09
	C10	-8.56886085e-11	3.38149986e-11
	C12	-2.01940344e-11	3.90955095e-11
	C14	-7.15883437e-12	1.45830047e-11
	C16	-9.60210917e-14	-6.21111216e-14

系数		M2	M1	
	C18	-2.38815926e-14	9.39500532e-14	
	C20	-6.65065222e-16	1.68138883e-13	
	C21	-2.55749187e-16	1.57821571e-17	
	C23	-1.09151386e-16	-3.38914384e-17	
	C25	-1.97294475e-17	7.9460803e-18	
	C27	5.70404899e-18	1.16530683e-15	
	C29	1.06431723e-19	5.16374316e-19	
	C31	-1.64115075e-19	-1.22836084e-19	
	C33	-1.35411374e-20	-1.90495661e-18	
	C35	7.628521e-21	4.76002684e-18	
	C36	7.25331258e-22	1.07417031e-21	
	C38	-4.73496575e-22	4.76896118e-22	
[0141]	C40	-2.11297656e-22	-1.10250035e-21	
	C42	-1.02753056e-23	-8.66116391e-21	
	C44	5.07988503e-24	-1.22722218e-20	
	C46	-9.35932524e-25	-6.27142618e-24	
	C48	-2.7783366e-25	-8.01178971e-24	
	C50	-1.59026041e-25	-3.05243873e-23	
	C52	-6.53452661e-27	2.93392122e-23	
	C54	1.824705e-27	-8.82506065e-23	
	C55	2.29320351e-27	-6.20705864e-26	
	C57	4.07644119e-27	-1.36210254e-26	
	C59	-1.98759397e-28	-6.17708439e-26	
	C61	-4.48732119e-29	-1.10303922e-25	
	C63	-1.85722793e-30	1.36969417e-25	
	C65	2.81372879e-31	-1.05691239e-25	
[0142]	用于图2的表3c			
	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.00000000	724.00020000
[0143]	M7	0.00000000	-156.29867133	95.23660203
	M6	0.00000000	69.24296301	1002.51687199
	M5	0.00000000	376.70486973	1458.55105482
	M4	0.00000000	768.07202185	1679.06041506

	表面	DCX	DCY	DCZ
	M3	0.00000000	-418.87445828	1388.75512246
[0144]	M2	-0.00000000	-951.87794696	999.51576030
	M1	-0.00000000	-1732.87150302	29.24804987
	物面	-0.00000000	-1870.89265468	1987.57585464

[0145] 用于图2的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-7.20360764	0.00000000	-0.00000000
	M7	164.56899679	0.00000000	-0.00000000
	M6	66.01183481	-0.00000000	180.00000000
[0146]	M5	46.01183481	0.00000000	0.00000000
	M4	-66.46601090	0.00000000	-0.00000000
	M3	26.13973836	-0.00000000	180.00000000
	M2	46.13973836	0.00000000	-0.00000000
	M1	164.11964399	0.00000000	0.00000000
	物面	0.00000000	0.00000000	0.00000000

[0147] 用于图2的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	7.20360764	0.66017316
	M7	0.00000627	0.66565840
	M6	80.46059205	0.88430204
[0148]	M5	79.52462332	0.87198912
	M4	10.34002306	0.65386862
	M3	78.62259485	0.85965098
	M2	81.25157420	0.89438137
	M1	20.18260294	0.61248770
	总传输率		0.1043

[0149] 用于图2的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	320.37449215	-71.38743287
	48.36574379	316.80745936	-71.27476399
	95.79913948	306.15249000	-70.94768730
	141.36313519	288.55110075	-70.43891500
	184.11362993	264.24936742	-69.80243066
	223.10205565	233.61232523	-69.11179911
	257.38560926	197.14179980	-68.45633706
	286.04752607	155.49451794	-67.93434999
	308.22857191	109.49597859	-67.64324197
	323.16872022	60.14481518	-67.66726101
	330.25516914	8.60292360	-68.06468586
	329.07035438	-43.83122398	-68.85697088
	319.43251774	-95.76530795	-70.02235741
	301.42236387	-145.76769643	-71.49560404
	275.39215543	-192.42726762	-73.17404386
	241.95716406	-234.41168219	-74.92871123
[0150]	201.97236169	-270.51874890	-76.61837302
	156.49875437	-299.71790154	-78.10418339
	106.76380494	-321.18109072	-79.26314903
	54.11946362	-334.30400997	-79.99924341
	0.00000000	-338.71937192	-80.25155891
	-54.11946362	-334.30400997	-79.99924341
	-106.76380494	-321.18109072	-79.26314903
	-156.49875437	-299.71790154	-78.10418339
	-201.97236169	-270.51874890	-76.61837302
	-241.95716406	-234.41168219	-74.92871123
	-275.39215543	-192.42726762	-73.17404386
	-301.42236387	-145.76769643	-71.49560404
	-319.43251774	-95.76530795	-70.02235741
	-329.07035438	-43.83122398	-68.85697088
	-330.25516914	8.60292360	-68.06468586
	-323.16872022	60.14481518	-67.66726101
	-308.22857191	109.49597859	-67.64324197
	-286.04752607	155.49451794	-67.93434999
	-257.38560926	197.14179980	-68.45633706

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-223.10205565	233.61232523	-69.11179911
[0151]	-184.11362993	264.24936742	-69.80243066
	-141.36313519	288.55110075	-70.43891500
	-95.79913948	306.15249000	-70.94768730
	-48.36574379	316.80745936	-71.27476399

[0152] 用于图2的表6

[0153] 投射光学单元7的总反射率为10.43%。

[0154] 反射镜M1至M7为自由形式表面,其中自由形式表面展开最多达到x及y的10次方。在反射镜M8中,此展开继续达到x及y的12次方。

[0155] 非球面反射镜的旋转对称轴一般相对于像面9的法线倾斜,如从表格中的倾斜值清楚看出。

[0156] 反射镜M1、M2、M4、M5及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M3、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0157] 像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元7针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0158] 第一光瞳平面18在成像光3的光束路径中布置在反射镜M2与M3之间。与图2中示意性描绘的不同,第一光瞳平面18相对于中央场点的主光线倾斜,即,其与此主光线包括 $\neq 90^\circ$ 的角。从反射镜M2与M3之间的光瞳平面18的区域中的所有侧均可达成像光3的整个光束。因此,孔径光阑可布置在光瞳平面18的区域中。在下文中,还以参考符号18表示此光阑。替代地或额外地,如上文结合用于图2的表6所说明,光阑还可布置在反射镜M8上。

[0159] 光阑的光阑表面的边缘(还参见用于图2的表6)由照明光3的所有光线在光阑表面上的交点形成,该照明光在像侧,在具有完全像侧远心孔径的光阑表面的方向上在场中心点传播。当光阑18实施为孔径光阑时,边缘为内边缘。

[0160] 光阑18可位于平面中或具有三维实施例。光阑18的范围在扫描方向(y)上可小于在交叉扫描方向(x)上。

[0161] 投射光学单元7的中间像19布置在反射镜M3与M4之间的成像光束路径中。

[0162] 投射光学单元7的另一光瞳平面布置在反射镜M7及M8上反射成像光3的区域中。在反射镜M7及M8的区域中的孔径光阑可在成像光束路径中的两个位置处,经布置一方面分布在x维度中,另一方面分布在y方向上,例如可以有用于主要沿着y维度在反射镜M8上设定限制的孔径光阑,及主要沿着x维度在反射镜M7上设定限制的孔径光阑。

[0163] 投射光学单元7在z方向上的安装长度,即,物面5与像面9之间的距离大约2000mm。反射镜M8具有约为650mm的直径。在中央物场点与中央像场点之间的y距离 d_{0IS} 为1870mm。

[0164] 投射光学单元7具有波前像差的扫描RMS值小于5至 $10\text{m}\lambda$ 。投射光学单元7的畸变小于0.12nm。投射光学单元7在像场8上沿x方向测量的远心值小于6mrad。投射光学单元7在像场8上沿y方向测量的远心值小于0.4mrad。

[0165] 投射光学单元7在像侧上为大约远心。

[0166] 在最接近像场的反射镜M7与像场8之间的工作距离为78mm。

[0167] 小于15%的数值孔径因通道开口17而被遮挡。构建遮挡边缘的方式类似于构建光阑边缘(stop edge)的方式,如上文关于光阑18所说明。当实施为遮挡光阑时,边缘是光阑的外边缘。在投射光学单元7的系统光瞳中,因遮挡而无法被照明的表面小于总系统光瞳表面的0.15²。在系统光瞳内的非照明表面在x方向上与在y方向上可具有不同范围。系统光瞳中的非照明表面可为圆形、椭圆形、方形或矩形。此外,系统光瞳中无法被照明的此表面可关于系统光瞳中心在x方向和/或y方向上偏心。

[0168] 下文基于图3说明可在图1的投射曝光设备1中取代投射光学单元7使用的投射光学单元20的另一实施例。以相同参考符号相应地表示上文在图1及2的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0169] 反射镜M1至M6再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元20的光学设计数据,所述表格在设计上对应于关于图2的投射光学单元7的表格。

[0170]	示例性实施例	图 3
	NA	0.45
	波长	13.5 nm
	场尺寸_x	13.0 mm
[0171]	场尺寸_y	0.784 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	M6

[0172] 用于图3的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	部件_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0173]	M6	-1404.14350601	0.00142436	-1309.12297977	0.00152774	REFL
	M5	5382.39322209	-0.00037158	2573.23597524	-0.00077723	REFL
	M4	1869.70984553	-0.00105007	1245.12728595	-0.00163626	REFL
	M3	-5275.63794156	0.00036040	-2876.86701766	0.00073127	REFL
	M2	-16708.20815149	0.00002889	117297.48607361	-0.00007065	REFL
	M1	-39723.46084447	0.00000889	-59894.00868988	0.00018903	REFL

[0174] 用于图3的表2

	系数	M6	M5	M4
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-1404.14350600	5382.39322200	1869.70984600
[0175]	C7	2.03330045e-08	2.3344482e-07	7.23054695e-07
	C9	4.65863782e-09	1.18051932e-07	1.24097017e-06
	C10	-7.84668249e-12	1.62577951e-10	1.87744351e-10
	C12	-1.7637487e-11	5.87834308e-10	8.29505595e-10
	C14	-6.18838343e-12	2.5617744e-10	3.12998874e-09
	C16	9.06006234e-15	2.50004118e-13	9.06901063e-13
	C18	1.02692539e-14	4.14837589e-13	1.32517565e-12
	C20	4.29131815e-15	2.84090337e-13	1.73975885e-11
	C21	-5.55421623e-18	1.40965954e-16	5.47388002e-16
	C23	-1.88026398e-17	9.40416055e-16	1.58311459e-15
	C25	-1.54749472e-17	8.25709315e-16	2.17853503e-14

	C27	-4.79448181e-18	5.01235176e-16	8.48825036e-14
	C29	4.15266197e-21	3.91907237e-19	2.95779995e-18
	C31	8.9008726e-21	1.24932564e-18	-9.00584397e-18
	C33	8.90593911e-21	1.73719878e-18	1.70412678e-16
	C35	3.09195946e-21	9.75392684e-19	3.3318325e-16
	C36	-3.35220532e-24	1.95464646e-22	-2.10907241e-21
	C38	-1.54416412e-23	1.95489479e-21	-3.54137492e-20
	C40	-2.0112602e-23	2.59845192e-21	7.5377104e-20
	C42	-1.26210611e-23	3.18819744e-21	1.25792108e-18
	C44	-3.17245779e-24	1.20046993e-21	2.21018136e-18
	C46	2.57983572e-27	1.17913803e-24	-1.59573436e-23
	C48	9.18263006e-27	6.27728863e-24	7.54265613e-23
	C50	1.41039202e-26	1.17489615e-23	3.92042663e-21
	C52	6.68942097e-27	5.23414869e-24	9.85615328e-21
	C54	1.98073687e-28	-3.40518909e-24	1.56979448e-20
	C55	-1.54418379e-30	2.82069597e-28	7.73972202e-26
[0176]	C57	-7.38488366e-30	4.3385682e-27	1.18049046e-24
	C59	-1.24334052e-29	1.31986693e-26	7.47854689e-24
	C61	-1.45721166e-29	2.79892262e-26	2.8778736e-23
	C63	-8.46049004e-30	1.43392203e-26	4.2065804e-23
	C65	-1.46997251e-30	2.39797376e-27	5.84041106e-23
	C67	1.37077767e-33	0	0
	C69	5.96198912e-33	0	0
	C71	1.01109499e-32	0	0
	C73	6.86378346e-33	0	0
	C75	1.49095714e-33	0	0
	C77	-9.91986177e-34	0	0
	C78	-1.55332549e-36	0	0
	C80	-1.18750127e-35	0	0
	C82	-3.4522721e-35	0	0
	C84	-4.95083176e-35	0	0
	C86	-3.9770171e-35	0	0
	C88	-1.77881031e-35	0	0
	C90	-4.7556972e-36	0	0

[0177] 用于图3的表3a

系数	M3	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-5275.63794200	-16708.20815000	-39723.46084000
C7	8.64742859e-08	-8.48534383e-09	-2.08763509e-08
C9	3.58476501e-07	3.56008272e-08	4.00254821e-09
C10	-9.89224446e-12	7.79106894e-12	6.10160158e-12
C12	1.89327581e-10	-3.72471221e-11	2.5509318e-11
C14	-2.20258778e-11	8.74900994e-12	-2.0034758e-12
C16	3.36193204e-14	-9.31983872e-15	-3.37582455e-14
C18	-2.12152315e-14	-1.05001591e-14	-2.60298094e-15
C20	1.59066226e-12	4.18135526e-14	1.5188487e-14
C21	-3.57227533e-17	2.48094952e-16	-2.46535966e-18
C23	3.58646429e-16	-5.00075703e-16	4.78079643e-16
C25	-1.15198491e-15	4.51130937e-17	-3.26758719e-17
C27	2.69000089e-15	-9.86544399e-17	1.98569101e-17
C29	2.41625825e-19	9.76505015e-19	-7.87248278e-19
C31	-2.87191946e-18	-2.8203702e-19	-2.06138283e-19
C33	6.65153055e-18	5.40607111e-19	7.02649602e-19
C35	-5.72207985e-19	2.31901108e-19	-1.87549676e-19
C36	6.83729655e-22	-1.00234103e-20	-8.03851852e-20
C38	1.73175943e-21	1.71755837e-21	1.11388044e-20
C40	-2.72288684e-20	1.22332554e-20	-1.96231837e-20
C42	-2.97819086e-21	-1.20581608e-21	1.6679562e-22
C44	-6.38720395e-20	-5.106798e-22	6.16920305e-22
C46	-5.68914983e-24	-5.45078584e-23	2.3674629e-22
C48	-2.84889707e-23	-6.64895561e-23	-3.49242868e-22
C50	3.83000613e-23	-4.29346478e-23	-1.19854415e-24
C52	-4.35843617e-22	-4.88783101e-24	-2.79173067e-24
C54	-3.75443641e-22	5.45348307e-25	-3.58898078e-24
C55	-1.91069212e-26	5.17580849e-25	1.20339e-23
C57	-1.72210512e-25	7.20583842e-25	-3.2258403e-24
C59	-1.79738954e-25	1.20881577e-25	1.09042629e-24
C61	4.86608652e-25	5.18691604e-26	-1.64197128e-26
C63	-1.43412851e-24	1.31385226e-26	-2.52495238e-26
C65	-1.41254772e-24	1.87401871e-28	9.47040406e-27

[0178]

[0179]

[0180] 用于图3的表3b

	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M6	0.00000000	0.00000000	1074.41519438
	M5	0.00000000	0.00000000	99.48354955
[0181]	M4	0.00000000	-18.05249415	1035.70751868
	M3	0.00000000	354.51020937	138.41973030
	M2	0.00000000	583.20780276	1031.25041556
	M1	0.00000000	480.41270702	1449.24921820
	物面	0.00000000	285.24003154	1740.57897606

[0182] 用于图3的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M6	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M5	180.10113984	0.00000000	-0.00000000
[0183]	M4	10.44914510	0.00000000	-0.00000000
	M3	183.92725161	0.00000000	-0.00000000
	M2	-90.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M1	-65.87304931	0.00000000	-0.00000000
	物面	219.81806502	0.00000000	-0.00000000

[0184] 用于图3的表4b

	表面	AOI[度]	反射率
	M6	0.00000000	0.66565840
	M5	0.10113984	0.66566360
[0185]	M4	10.98797784	0.65222749
	M3	18.06949355	0.62484145
	M2	76.03503185	0.82099428

	表面	AOI[度]	反射率
[0186]	M1	79.82551612	0.87599782
	总传输率		0.1299

[0187] 用于图3的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	492.97220996	-96.10794925
	77.13108081	486.98647828	-95.94002807
	152.43816471	469.15642998	-95.45692466
	224.12261559	439.86539988	-94.71825918
	290.44072269	399.75735967	-93.81572137
	349.74050124	349.74050124	-92.86218695
	400.50664890	290.98511318	-91.97772489
	441.41186799	224.91058045	-91.27386447
	471.36993312	153.15737548	-90.83815133
	489.58364884	77.54243221	-90.72167600
	495.58014901	0.00000000	-90.93247362
[0188]	489.22770728	-77.48605661	-91.43684982
	470.73236324	-152.95021647	-92.16852700
	440.61763177	-224.50589688	-93.04283923
	399.69380564	-290.39454798	-93.97161858
	349.02334931	-349.02334931	-94.87488676
	289.88633185	-398.99430615	-95.68748150
	223.74683115	-439.12788139	-96.36090853
	152.21937846	-468.48307512	-96.86197052
	77.03412861	-486.37434617	-97.16995149
	0.00000000	-492.38475170	-97.27376481
	-77.03412861	-486.37434617	-97.16995149
	-152.21937846	-468.48307512	-96.86197052
	-223.74683115	-439.12788139	-96.36090853
	-289.88633185	-398.99430615	-95.68748150

	-349.02334931	-349.02334931	-94.87488676
	-399.69380564	-290.39454798	-93.97161858
	-440.61763177	-224.50589688	-93.04283923
	-470.73236324	-152.95021647	-92.16852700
	-489.22770728	-77.48605661	-91.43684982
	-495.58014901	-0.00000000	-90.93247362
	-489.58364884	77.54243221	-90.72167600
[0189]	-471.36993312	153.15737548	-90.83815133
	-441.41186799	224.91058045	-91.27386447
	-400.50664890	290.98511318	-91.97772489
	-349.74050124	349.74050124	-92.86218695
	-290.44072269	399.75735967	-93.81572137
	-224.12261559	439.86539988	-94.71825918
	-152.43816471	469.15642998	-95.45692466
	-77.13108081	486.98647828	-95.94002807

[0190] 用于图3的表6

[0191] 投射光学单元20的总反射率为12.99%。

[0192] 投射光学单元20具有像侧数值孔径为0.45。像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元20针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0193] 投射光学单元20具有缩小成像比例为 $8 \times (\beta=8)$ 。

[0194] 投射光学单元20具有精确的六个反射镜M1至M6。反射镜M1及M2再次实施为用于掠入射的反射镜,且作为反射镜对在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个。投射光学单元20具有精确的两个用于掠入射的反射镜,即反射镜M1及M2。反射镜M3至M6实施为用于法线入射的反射镜。

[0195] 投射光学单元20具有总反射率大于11.97%。

[0196] 就绝对值而言,物面5相对于像面9绕着x轴倾斜大约 39° 的角。因此,在以上最后表格(用于图3的表3b)中,针对物场指定大约 219° 的值TLA。

[0197] 物场4与像场8之间的z距离大约为1740mm。

[0198] 具有最大直径的反射镜是直径值1000mm的反射镜M6。物场4与像场8之间的y距离(即,值 d_{0IS}) 在物场4处为285mm。正如在投射光学单元7中,物场侧主光线角CRA0在投射光学单元20中为 5.5° 。波前像差的扫描RMS值在投射光学单元20中小于 $10.5\text{m}\lambda$ 。投射光学单元20的畸变值小于0.1nm。投射光学单元20的像场侧在x方向上的远心值在小于 5mrad 。投射光学单元20的像场侧在y方向上的远心值在小于 0.45mrad 。

[0199] 在投射光学单元20中,光瞳平面布置在像场8上游的光束路径中的倒数第二反射镜M5上反射成像光3的区域中。因此,孔径光阑可布置在反射镜M5上或布置在反射镜M6上。

根据先前用于图3的表6的多边形边缘与反射镜M6上的光阑有关。

[0200] 投射光学单元20在像侧实质为远心的(telecentric)。在最接近像场的反射镜M5与像场8之间的工作距离约为90mm。

[0201] 像场8位于投射光学单元20在物场4下游的第一像面中。因此,在物场4与像场8之间的成像光束路径中,投射光学单元20不产生中间像。

[0202] 因在成像光束路径中将倒数第三反射镜M4直接布置在最后反射镜M6的中心的前方,导致投射光学单元20的光瞳遮挡。此遮挡小于投射光学单元20的像侧数值孔径的26%。

[0203] 成像光束路径中仅倒数第二反射镜M5具有用于成像光3的通道开口17。所有其他反射镜M1至M4及M6均具有连续反射表面。

[0204] 使用在反射镜M5的通道开口17周围的反射表面。反射镜M6的反射表面并非连续使用,而是仅在未被布置在反射镜M6的反射表面前方的反射镜M4遮挡之处使用。

[0205] 两个用于掠入射的反射镜M1及M2将成像光3横向偏转,在最后反射镜M6的反射表面周围越过最后反射镜M6。

[0206] 反射镜M2相对于像面9绕着x轴旋转 90° ,即,其实际上垂直于像面9。

[0207] 反射镜M1、M3及M6具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M4及M5具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M1及M2再次具有很大的半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0208] 下文基于图4说明可在图1的投射曝光设备1中取代投射光学单元7使用的投射光学单元21的另一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至3的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0209] 反射镜M1至M6再次实施为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元21的光学设计数据,所述表格在设计上对应于关于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例		图 4
	NA	0.45
	波长	13.5 nm
[0210]	场尺寸 x	13.0 mm
	场尺寸 y	0.72 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	M6
[0211]	用于图4的表1	

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M6	-1833.09710653	0.00109040	-1385.57542302	0.00144431	REFL
	M5	18877.49637144	-0.00010594	277.21693985	-0.00721519	REFL
[0212]	M4	1438.66217038	-0.00136186	2430.30119114	-0.00084006	REFL
	M3	-5662.42216724	0.00034243	-2106.61551667	0.00097927	REFL
	M2	-2969.78461968	0.00015377	6812.60965389	-0.00128573	REFL
	M1	-2412.85320295	0.00015904	-19048.90710069	0.00054720	REFL
[0213]	用于图4的表2					
	系数	M6		M5		M4
	KY	0.00000000		0.00000000		0.00000000
	KX	0.00000000		0.00000000		0.00000000
	RX	-1833.09710700		18877.49637000		1438.66217000
[0214]	C7	7.14702547e-09		1.33000904e-07		2.160143e-07
	C9	1.45748065e-09		1.5551429e-06		1.9750259e-07
	C10	-1.34433863e-12		3.23052512e-11		5.21219354e-10
	C12	-8.65246158e-12		5.51908435e-10		1.38068278e-09
	C14	-1.26897363e-12		8.494392e-09		2.47542622e-09

系数	M6	M5	M4
C16	2.49155269e-15	7.83281848e-14	1.30801781e-12
C18	2.81581124e-15	2.59073558e-12	2.75791629e-12
C20	2.0590302e-16	-3.40842288e-12	-8.77664173e-13
C21	-8.77508671e-19	1.53250792e-17	1.64959774e-15
C23	-5.17996772e-18	9.13281795e-16	6.92468226e-15
C25	-5.66728016e-18	2.13183138e-14	1.40378342e-14
C27	-7.76369168e-19	1.54890141e-13	-1.72019847e-15
C29	7.88863678e-22	6.55771751e-20	7.43041791e-18
C31	1.75672504e-21	3.84581458e-18	2.35894363e-17
C33	1.18814584e-21	1.39333507e-16	9.97718923e-18
C35	1.7493548e-22	9.81761115e-16	-8.01499171e-17
C36	-3.26021342e-25	4.67363491e-24	8.85753541e-21
C38	-2.46229027e-24	7.7058017e-22	4.5880821e-20
C40	-4.93976866e-24	4.33147562e-20	9.06865917e-20
C42	-3.29404362e-24	1.02682561e-18	2.64402588e-20
C44	-2.40295612e-25	-5.42295264e-18	-1.60806374e-19
C46	2.57227242e-28	7.65609824e-26	4.63076076e-23
C48	9.19738739e-28	9.96764671e-24	1.91012714e-22
C50	1.09743754e-27	3.12974539e-22	1.20398721e-22
C52	6.66432955e-28	4.91785424e-21	-6.82880718e-22
C54	4.73076e-29	-1.02818878e-19	-1.43891315e-22
C55	-1.11030431e-31	1.20361818e-29	5.11515109e-27
C57	-8.81991592e-31	1.86280552e-27	7.24559338e-26
C59	-2.38622966e-30	9.47962857e-26	6.67407339e-25
C61	-2.66847543e-30	1.96385049e-24	4.01261999e-25
C63	-1.24137091e-30	3.77800757e-23	1.66791629e-24
C65	-2.2904696e-31	1.60420604e-22	1.13771785e-23
C67	7.25951889e-35	0	0
C69	4.78438869e-34	0	0
C71	1.10917899e-33	0	0
C73	1.07566223e-33	0	0
C75	3.02812827e-34	0	0
C77	-3.25579859e-35	0	0
C78	-6.82496446e-38	0	0
C80	-7.3260874e-37	0	0

[0215]

	系数	M6	M5	M4
[0216]	C82	-2.69415965e-36	0	0
	C84	-4.80262328e-36	0	0
	C86	-4.4443622e-36	0	0
	C88	-1.8807898e-36	0	0
	C90	-1.49017219e-37	0	0
[0217]	用于图4的表3a			
	系数	M3	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-5662.42216700	-2969.78462000	-2412.85320300
[0218]	C7	-2.05061152e-08	-9.01491023e-09	3.75760309e-08
	C9	-2.38681532e-08	-1.07722528e-08	-1.82353448e-08
	C10	-4.85387951e-11	4.11164421e-11	5.36007066e-11
	C12	-7.98597183e-11	4.52376364e-11	6.33402678e-11
	C14	-1.11064223e-10	5.55561647e-11	-2.21093738e-11
	C16	3.94476467e-14	-6.11601685e-15	4.38538416e-14
	C18	3.00776935e-15	3.77778718e-14	5.55251888e-14
	C20	-3.12244022e-14	8.99013939e-14	3.83809162e-14
	C21	-3.00816505e-18	1.02603871e-16	5.41186271e-17
	C23	-1.21678874e-17	8.68697433e-17	-5.28283589e-17
	C25	7.00694254e-17	-2.96767637e-17	1.22856285e-16
	C27	1.94317927e-16	7.96011589e-17	1.88629304e-16
	C29	1.8490636e-20	5.54481729e-19	1.47830311e-18
	C31	-4.13981835e-20	-1.54413661e-19	2.63725411e-20
	C33	-7.30655263e-20	-5.09614703e-19	-1.57531897e-18
	C35	-1.01967973e-19	2.01225435e-19	8.95399962e-19
	C36	-1.7395787e-22	6.68694592e-21	-3.03140695e-20
	C38	-4.94707313e-23	2.32782668e-21	-4.39942988e-21
	C40	1.78489699e-23	-5.19392946e-22	5.04820517e-21
	C42	-6.0518318e-22	-1.28561877e-21	-5.75788873e-21
	C44	-6.16746237e-22	2.31456185e-22	2.29885486e-21

	系数	M3	M2	M1
	C46	-4.02009642e-25	-1.74361335e-23	3.84621986e-23
	C48	-3.28096057e-25	-2.28128679e-24	-3.25886796e-23
	C50	3.55844765e-27	-1.29996778e-24	2.31874654e-23
	C52	2.77737882e-25	-3.09482301e-24	-3.60029308e-24
[0219]	C54	7.20889308e-26	-3.20584144e-25	1.90845046e-24
	C55	2.93653556e-27	-2.73182908e-25	2.44630793e-24
	C57	3.4262361e-27	-1.1889464e-25	5.67957006e-25
	C59	1.45309977e-28	-8.784571e-27	-1.36102401e-25
	C61	6.41931285e-28	-3.29041198e-27	3.37050556e-26
	C63	9.79557956e-28	-3.38378135e-27	8.90781735e-27
	C65	7.94905548e-28	-6.28588637e-28	-9.66111645e-28

[0220] 用于图4的表3b

	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M6	0.00000000	0.00000000	1336.04673264
	M5	0.00000000	88.98262746	49.91664546
[0221]	M4	0.00000000	34.16051206	1290.78810464
	M3	0.00000000	536.44795589	234.08633307
	M2	0.00000000	-715.74434374	1150.16573744
	M1	0.00000000	-995.94799367	1693.10641178
	物面	0.00000000	-1039.51678260	2186.05270414

[0222] 用于图4的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M6	1.98476664	0.00000000	-0.00000000
	M5	183.27217830	0.00000000	-0.00000000
[0223]	M4	14.01024317	0.00000000	-0.00000000
	M3	219.65811514	0.00000000	-0.00000000
	M2	130.80142743	0.00000000	-0.00000000
	M1	106.49725896	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000

[0224] 用于图4的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M6	1.98476664	0.66533020
	M5	0.75200847	0.66564033
[0225]	M4	11.58467514	0.65060513
	M3	14.19064083	0.64216831
	M2	76.80106420	0.83300871
	M1	78.93793736	0.86402184
	总传输率		0.1332
[0226]	用于图4的表5		
	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	608.52234041	-140.64683575
	95.94023321	601.25931900	-139.86882799
	189.75379987	579.58413919	-137.60310659
	279.30462104	543.84975389	-134.05121860
	362.44987510	494.67987297	-129.53696039
	437.06577774	433.01415623	-124.48536770
	501.10457736	360.15495964	-119.38904049
	552.68495125	277.79910686	-114.76081019
[0227]	590.20868666	188.03626648	-111.07562152
	612.48557340	93.29913092	-108.70965207
	618.84016352	-3.73883968	-107.88877482
	609.17368855	-100.30707275	-108.65869405
	583.96436539	-193.69806970	-110.88422162
	544.20637659	-281.41366860	-114.27689980
	491.30439984	-361.27238788	-118.44241764
	426.94956472	-431.46613730	-122.93554700
	353.00187334	-490.56898267	-127.31151102
	271.39634739	-537.51059935	-131.16696091

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	184.08035860	-571.53072807	-134.16843492
	92.98146093	-592.12968050	-136.06958267
	0.00000000	-599.02618416	-136.72010822
	-92.98146093	-592.12968050	-136.06958267
	-184.08035860	-571.53072807	-134.16843492
	-271.39634739	-537.51059935	-131.16696091
	-353.00187334	-490.56898267	-127.31151102
	-426.94956472	-431.46613730	-122.93554700
	-491.30439984	-361.27238788	-118.44241764
	-544.20637659	-281.41366860	-114.27689980
[0228]	-583.96436539	-193.69806970	-110.88422162
	-609.17368855	-100.30707275	-108.65869405
	-618.84016352	-3.73883968	-107.88877482
	-612.48557340	93.29913092	-108.70965207
	-590.20868666	188.03626648	-111.07562152
	-552.68495125	277.79910686	-114.76081019
	-501.10457736	360.15495964	-119.38904049
	-437.06577774	433.01415623	-124.48536770
	-362.44987510	494.67987297	-129.53696039
	-279.30462104	543.84975389	-134.05121860
	-189.75379987	579.58413919	-137.60310659
	-95.94023321	601.25931900	-139.86882799

[0229] 用于图4的表6

[0230] 投射光学单元21的总反射率为13.32%。

[0231] 投射光学单元21具有缩小成像比例为 $8\times$ ($\beta=8$)。

[0232] 像场8具有 $2\times 6.5\text{mm}$ 的x范围及 0.8mm 的y范围。投射光学单元21针对 13.5nm 的照明光3的工作波长进行优化。

[0233] 如同投射光学单元20,投射光学单元21也是具有精确的六个反射镜M1至M6的纯反射式投射光学单元。如同在投射光学单元20中,投射光学单元21在成像光束路径中在物场4下游的前两个反射镜M1及M2实施为用于掠入射的反射镜。另外的反射镜M3至M6实施为用于法线入射的反射镜。

[0234] 不像投射光学单元7及20的光束引导,主光线在投射光学单元21的光束引导中交

叉。此交叉在一方面反射镜M2与M3之间,另一方面M4与M5之间的局部成像光束路径之间发生,其中指出了交叉区K1。成像部分光束的主光线在反射镜M2与M3之间的又一交叉由于一方面在反射镜M5与M6之间及另一方面在反射镜M6与像场之间的成像部分光束的主光线而发生,其以另外的交叉区K2及K3指示。

[0235] 在投射光学单元21中,物面5与像面9彼此平行延伸。

[0236] 反射镜M1、M3及M6具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M4及M5具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M1及M2再次具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0237] 如同在投射光学单元20中,投射光学单元21的倒数第三反射镜M4布置在最后反射镜M6的反射表面中心前方,且因此导致投射光学单元21的光瞳遮挡。

[0238] 在投射光学单元21中,反射镜M1至M6均无用于成像光3的通道开口。除了反射镜M6的情况,投射光学单元21的所有反射表面,即,反射镜M1至M5的反射表面可无间隙地使用。在未因反射镜M4而发生遮挡之处使用反射镜M6的反射表面。

[0239] 在投射光学单元21中,在物面5与像面9之间的z距离大约为2200mm。

[0240] 最大反射镜M6的典型直径大约为1200mm。

[0241] 投射光学单元21中的物/像偏移 d_{ois} 大约为1100mm。在投射光学单元21中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0242] 投射光学单元21具有像场侧波前的扫描RMS值小于 $11m\lambda$ 。在投射光学单元21中,像场侧畸变值小于 $0.1nm$ 。在投射光学单元21中,x方向上的像侧远心值小于 $4mrad$ 。在投射光学单元21中,y方向上的像侧远心值小于 $0.3mrad$ 。

[0243] 在投射光学单元21中,光瞳平面布置在反射镜M6上反射成像光3的区域中。因此,孔径光阑可提供在反射镜M6上。根据先前用于图4的表6的多边形边缘与反射镜M6上的此光阑有关。如同投射光学单元20,投射光学单元21也没有中间像。

[0244] 投射光学单元21在像侧实质上为远心的。

[0245] 在成像光束路径中,在最接近像场的反射镜(倒数第二反射镜M5)与像场8之间的工作距离为36mm。

[0246] 反射镜M4限定像侧遮挡(image-side obscuration),其小于投射光学单元21的像侧数值孔径的23%。

[0247] 下文基于图5说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7而使用的投射光学单元22的另一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至4的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0248] 总之,投射光学单元22具有七个反射镜M1至M7。投射光学单元22具有三个用于掠入射的反射镜,即反射镜M1至M3,及具有四个用于法线入射的反射镜,即反射镜M4至M7。这些反射镜M1至M7再次构造为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元22的光学设计数据,所述表格在设计上对应于关于图2的投射光学单元7的表格。

	示例性实施例	图 5
	NA	0.45
	波长	13.5 nm
[0249]	场尺寸_x	13.0 mm
	场尺寸_y	0.98 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	M7
[0250]	用于图5的表1	
	表面	半径_x[mm] 屈光度_x[1/mm] 半径_y[mm] 屈光度_y[1/mm] 工作模式
	M7	-1702.70024328 0.00117460 -1593.05036081 0.00125545 REFL
	M6	7360.39271982 -0.00027172 3417.65341930 -0.00058520 REFL
[0251]	M5	2115.61242515 -0.00092738 1567.72388388 -0.00130046 REFL
	M4	-5959.73835857 0.00031874 -3631.64311311 0.00057981 REFL
	M3	0.00000000 -inf 0.00000000 -inf REFL
	M2	0.00000000 -inf 0.00000000 -inf REFL
[0252]	表面	半径_x[mm] 屈光度_x[1/mm] 半径_y[mm] 屈光度_y[1/mm] 工作模式
	M1	0.00000000 inf 0.00000000 inf REFL
[0253]	用于图5的表2	

系数	M7	M6	M5
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1702.70024300	7360.39272000	2115.61242500
C7	1.79847891e-08	1.92019811e-07	6.09839447e-07
C9	3.08103036e-09	7.1188267e-08	7.08555971e-07
C10	-4.24845893e-12	8.96360067e-11	1.42628939e-10
C12	-9.53203499e-12	3.27897349e-10	6.15654836e-10
C14	-3.56696766e-12	1.32008619e-10	1.24698071e-09
C16	5.53144807e-15	1.36194158e-13	6.05714405e-13
C18	6.34539803e-15	2.34455978e-13	1.21593408e-12
C20	1.81140787e-15	9.69419966e-14	5.15369198e-12
C21	-2.11810311e-18	5.15348174e-17	2.91434391e-16
C23	-7.16043548e-18	3.75752681e-16	1.25156571e-15
C25	-5.88402712e-18	3.19181834e-16	8.70563351e-15
C27	-1.92557933e-18	1.53807396e-16	1.63908034e-14
C29	1.70059672e-21	1.40780709e-19	1.39069823e-18
C31	3.75540269e-21	4.85996976e-19	-1.28410259e-18
C33	3.28133541e-21	5.1910323e-19	4.8095941e-17
C35	8.57809825e-22	2.15178451e-19	4.41927219e-17
C36	-8.85938941e-25	4.80137725e-23	-6.58463052e-22
C38	-4.20002708e-24	5.52918171e-22	-1.31151539e-20
C40	-5.24288951e-24	7.37589979e-22	3.29070838e-20
C42	-3.32443155e-24	7.62607475e-22	2.45737341e-19
C44	-8.41638073e-25	2.11429097e-22	1.98567595e-19

[0254]

	系数	M7	M6	M5
	C46	7.40583899e-28	2.94044566e-25	-2.1351782e-24
	C48	2.7860108e-27	1.65594542e-24	5.42339274e-23
	C50	4.05802066e-27	2.67363596e-24	9.40249237e-22
	C52	1.8873941e-27	1.45438443e-24	1.40511532e-21
	C54	1.32906947e-28	-1.74731802e-25	8.67008547e-22
	C55	-2.72625411e-31	4.57055919e-29	1.975511e-26
	C57	-1.09517773e-30	8.24315234e-28	3.5245026e-25
	C59	-1.54140059e-30	2.7846066e-27	1.86064293e-24
	C61	-2.03920564e-30	5.04844296e-27	5.56594105e-24
	C63	-1.39151659e-30	2.65275439e-27	4.93123257e-24
	C65	-3.04302425e-31	4.47315051e-28	2.25513424e-24
[0255]	C67	2.65932555e-34	0	0
	C69	1.07192285e-33	0	0
	C71	1.59913365e-33	0	0
	C73	9.28830744e-34	0	0
	C75	2.99613864e-34	0	0
	C77	-2.87821803e-35	0	0
	C78	-1.91467081e-37	0	0
	C80	-1.59911782e-36	0	0
	C82	-4.94780249e-36	0	0
	C84	-7.14686431e-36	0	0
	C86	-5.51076275e-36	0	0
	C88	-2.16822816e-36	0	0
	C90	-4.19310084e-37	0	0
[0256]	用于图5的表3a			
	系数	M4	M3	M2
[0257]	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-5959.73835900	0.00000000	0.00000000

	系数	M4	M3	M2
	C7	7.09371063e-08	0	0
	C9	1.9620957e-07	0	0
	C10	-5.80501996e-12	0	0
	C12	1.02443869e-10	0	0
	C14	-1.92463151e-11	0	0
	C16	1.52210927e-14	0	0
	C18	1.53632928e-14	0	0
	C20	5.26048968e-13	0	0
	C21	-1.12436683e-17	0	0
	C23	1.73824765e-16	0	0
	C25	-2.15389944e-16	0	0
	C27	6.93749405e-16	0	0
	C29	7.32299538e-20	0	0
[0258]	C31	-8.96220063e-19	0	0
	C33	2.89314095e-18	0	0
	C35	3.66266246e-19	0	0
	C36	1.37832263e-22	0	0
	C38	4.81965046e-22	0	0
	C40	-7.84784597e-21	0	0
	C42	-4.14050678e-22	0	0
	C44	-6.21735194e-21	0	0
	C46	-8.56329267e-25	0	0
	C48	-5.86480301e-24	0	0
	C50	7.86836679e-24	0	0
	C52	-7.38234303e-23	0	0
	C54	-1.90896327e-23	0	0
	C55	-3.44134447e-27	0	0
	C57	-4.07630281e-26	0	0
	C59	-2.05268913e-26	0	0

	系数	M4	M3	M2
[0259]	C61	7.40916254e-26	0	0
	C63	-1.66787506e-25	0	0
	C65	-9.99341642e-26	0	0
[0260]	用于图5的表3b			
	系数	M1		
[0261]	KY	0.00000000		
	KX	0.00000000		
	RX	0.00000000		
[0262]	用于图5的表3c			
	表面	DCX	DCY	DCZ
[0263]	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M7	0.00000000	0.00000000	1294.60000000
	M6	0.00000000	0.00000000	121.16860083
	M5	0.00000000	-23.39645080	1255.70266623
	M4	0.00000000	428.84722309	176.16839633
	M3	0.00000000	643.29322055	973.30911463
	M2	0.00000000	877.39404910	1272.63636377
	M1	-0.00000000	985.69698677	1709.40915790
	物面	-0.00000000	972.97083537	2079.13057086
[0264]	用于图5的表4a			
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0265]	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M7	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M6	180.07648095	0.00000000	-0.00000000
	M5	10.52960478	0.00000000	-0.00000000
	M4	184.02255945	0.00000000	-0.00000000
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0266]	M3	64.02255945	0.00000000	180.00000000
	M2	244.02255945	-0.00000000	0.00000000
	M1	84.02255945	-0.00000000	180.00000000
	物面	-11.95488111	0.00000000	180.00000000

[0267] 用于图5的表4b

	表面	AOI[度]	反射率
	M7	0.00000000	0.66565840
	M6	0.07648095	0.66566255
	M5	11.18955982	0.65169152
[0268]	M4	18.22917890	0.62398638
	M3	77.94883571	0.85008675
	M2	77.94883571	0.85008675
	M1	97.94883571	1.13089334
	总传输率		0.1473

[0269] 用于图5的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	594.49311802	-114.82371082
	93.01621208	587.28124992	-114.60806119
	183.83820338	565.79581204	-113.99060454
	270.29866175	530.49099318	-113.05582694
	350.29086890	482.13401886	-111.93168041
[0270]	421.81384811	421.81384811	-110.77184822
	483.02993602	350.94179082	-109.73400756
	532.33125383	271.23632139	-108.95707827
	568.40749899	184.68679191	-108.54096691
	590.30508838	93.49514104	-108.53242876
	597.46792407	0.00000000	-108.92018472
	589.75339789	-93.40776185	-109.64091015

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	567.42315516	-184.36695921	-110.59493328
	531.11439345	-270.61630005	-111.66734917
	481.80099693	-350.04891430	-112.74857877
	420.75295187	-420.75295187	-113.74927261
	349.49841703	-481.04330244	-114.60719325
	269.78833350	-529.48941760	-115.28660147
	183.56074169	-564.94187277	-115.77246418
	92.90157512	-586.55746064	-116.06233121
	0.00000000	-593.82052455	-116.15847788
	-92.90157512	-586.55746064	-116.06233121
	-183.56074169	-564.94187277	-115.77246418
	-269.78833350	-529.48941760	-115.28660147
	-349.49841703	-481.04330244	-114.60719325
[0271]	-420.75295187	-420.75295187	-113.74927261
	-481.80099693	-350.04891430	-112.74857877
	-531.11439345	-270.61630005	-111.66734917
	-567.42315516	-184.36695921	-110.59493328
	-589.75339789	-93.40776185	-109.64091015
	-597.46792407	-0.00000000	-108.92018472
	-590.30508838	93.49514104	-108.53242876
	-568.40749899	184.68679191	-108.54096691
	-532.33125383	271.23632139	-108.95707827
	-483.02993602	350.94179082	-109.73400756
	-421.81384811	421.81384811	-110.77184822
	-350.29086890	482.13401886	-111.93168041
	-270.29866175	530.49099318	-113.05582694
	-183.83820338	565.79581204	-113.99060454
	-93.01621208	587.28124992	-114.60806119

[0272] 用于图5的表6

[0273] 投射光学单元22的总反射率为11.89%。

[0274] 投射光学单元22具有缩小成像比例为 $8\times (\beta=8)$ 。

[0275] 像场8具有 $2\times 6.5\text{mm}$ 的x范围及 1mm 的y范围。投射光学单元22针对 13.5nm 的照明光3的工作波长进行优化。

[0276] 在一方面反射镜M1及M2及另一方面反射镜M4至M7的区域中,投射光学单元22的光束路径定性上对应于图3的投射光学单元20的光束路径。与投射光学单元20相比,在投射光学单元22中,另一用于掠入射的反射镜M3布置在用于掠入射的反射镜M2与用于法线入射的反射镜M4之间。相比于用于掠入射的反射镜M1及M2的偏转效应,此另一反射镜造成成像光3朝向反射镜M4的反向偏转,致使不像投射光学单元20的情况,投射光学单元22中的物面5并不以关于像面9的强烈倾斜而布置。替代地,投射光学单元22还可实施为使得物面5平行于像面9而布置。反射镜M1及M2再次形成用于掠入射的反射镜的对,所述反射镜在成像光3的光束路径中布置为一个直接接着另一个。

[0277] 成像光3的引导在投射光学单元22中相比于在投射光学单元20中的又一差异在于以下事实:反射镜M7包含一方面在反射镜M4与M5之间及另一方面在反射镜M5与M6之间的用于成像光3的通道开口 (passage opening) 17。反射镜M5的反射表面相对于反射镜M7中的此通道开口17布置为凹入 (recessed)。

[0278] 反射镜M1、M3、M4及M7具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M5及M6具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。

[0279] 反射镜M6及M7分别具有用于成像光3的通道开口17。其他反射镜M1至M5没有用于成像光3的通道开口。

[0280] 使用反射镜M6及M7在其相应通道开口17周围的反射表面。

[0281] 在投射光学单元22中,孔径光阑布置在反射镜M7上。根据先前用于图5的表6的多边形数据与此有关。

[0282] 在投射光学单元22中,在物面5与像面9之间的z距离大约为 2200mm 。

[0283] 最大反射镜M7的典型直径大约为 1350mm 。在投射光学单元22中,物/像偏移 d_{OIS} 大约为 1050mm 。在投射光学单元22中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0284] 投射光学单元22具有像场侧波前 (image field-side wavefront) 的扫描RMS值大约 $100\text{m}\lambda$ 。投射光学单元22中的像场侧畸变值 (image field-side distortion value) 大约为 2nm 。在投射光学单元22中,x方向上的像侧远心值 (image-side telecentricity value) 小于 2mrad 。在投射光学单元22中,y方向上的像侧远心值小于 0.5mrad 。

[0285] 在投射光学单元22中,主光线16在物场4与反射镜M1之间相对于彼此发散地传播。

[0286] 反射镜M6限定x维度的像侧遮挡 (image-side obscuration),其小于投射光学单元22的像侧数值孔径的26%。在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的 (decentered)。

[0287] 下文基于图6说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元23的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至5的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0288] 总之,投射光学单元23具有八个反射镜M1至M8。在这些反射镜中,反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜,反射镜M2、M3和M5及M6实施为用于掠入射的反射镜。反射镜M1至M8构造为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式 (1) 对其适用。可从以下

表格取得投射光学单元23的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。用于图6的表1中的规格“光阑S8”是指光阑布置在设计表面的第八表面的位置,计数包括像面(在此方面,参见用于6图的表4a、4b)。还可在以下说明的投射光学单元的实施例中找到关于光阑位置的对应规格。

示例性实施例			图6			
	NA		0.45			
	波长		13.5 nm			
[0289]	场尺寸_x		13.0 mm			
	场尺寸_y		0.784 mm			
	场曲率		0.0 1/mm			
	光阑		S8			
[0290]	用于图6的表1					
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-958.97089575	0.00207686	-961.85646760	0.00208803	REFL
	M7	781.70184576	-0.00255743	800.14521302	-0.00250061	REFL
	M6	2530.53650030	-0.00017248	1099.72037229	-0.00833342	REFL
[0291]	M5	-959.51707616	0.00053343	-5824.08776793	0.00134184	REFL
	M4	-1015.89947977	0.00190347	-1037.47638976	0.00199381	REFL
	M3	-1396.79419984	0.00025079	5530.47714724	-0.00206466	REFL
	M2	453.37653174	-0.00134551	3069.00502651	-0.00213656	REFL
	M1	-1105.89546966	0.00175044	-898.04924515	0.00230091	REFL
[0292]	用于图6的表2					

	系数	M8	M7	M6
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-958.97089570	781.70184580	2530.53650000
[0293]	C7	-6.24261885e-09	-4.79337518e-07	-7.1009777e-07
	C9	3.40176704e-09	-2.2271152e-08	-8.2763755e-07
	C10	-9.52920854e-12	1.39847445e-09	-5.28790727e-09
	C12	-2.17138503e-11	2.59902235e-09	-5.83047016e-09
	C14	-5.53794085e-12	3.82503297e-10	3.85928616e-09
	C16	-4.89194598e-15	-7.5682079e-13	4.16412253e-11
	C18	-5.31097983e-15	2.0123627e-13	3.27030642e-11
	C20	3.35556271e-15	1.18707056e-12	-1.69195332e-11
	C21	-1.29683082e-17	6.50353918e-15	-1.04672087e-14
	C23	-4.0507372e-17	1.51137687e-14	-2.41277384e-14
	C25	-3.91228171e-17	1.36743637e-14	-2.38109022e-13
	C27	-8.22368178e-18	2.04416547e-15	9.07489874e-14
	C29	-4.09694624e-21	-2.41814134e-18	4.54711839e-16
	C31	-8.94104942e-21	-2.23789497e-19	-8.11985983e-16
	C33	-2.65451858e-21	1.31365906e-17	1.31994251e-15

	系数	M8	M7	M6
	C35	3.82604616e-21	1.24161702e-17	-6.01734444e-16
	C36	-1.25909252e-23	5.60405318e-20	-1.9034482e-18
	C38	-5.04636427e-23	1.727638e-19	-1.29641861e-17
	C40	-7.58006457e-23	2.38455591e-19	6.23929199e-18
	C42	-4.61626479e-23	9.83846873e-20	-1.3014572e-17
	C44	-8.32692765e-24	3.34129348e-20	5.06711727e-18
	C46	-8.53689744e-27	0	0
	C48	-2.77252948e-26	0	0
[0294]	C50	-2.88379308e-26	0	0
	C52	-3.62035322e-27	0	0
	C54	6.3984309e-27	0	0
	C55	-2.76049035e-29	0	0
	C57	-1.41544439e-28	0	0
	C59	-2.85021143e-28	0	0
	C61	-2.76943917e-28	0	0
	C63	-1.24085088e-28	0	0
	C65	-1.81757986e-29	0	0

[0295] 用于图6的表3a

	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-959.51707620	-1015.89948000	-1396.79420000
[0296]	C7	-4.08359998e-07	-2.15395805e-07	-2.38764091e-07
	C9	3.4748349e-08	1.36820595e-07	4.64016378e-08
	C10	-9.13196608e-10	-4.36123019e-11	-4.14715679e-09
	C12	9.44559924e-11	1.25327362e-09	-9.81520016e-10
	C14	-5.88672435e-11	-1.25208732e-10	2.37258013e-11
	C16	-1.87521812e-12	-2.06101634e-12	9.14454531e-12

	系数	M5	M4	M3
	C18	-1.37465885e-12	-6.89740416e-12	2.95923304e-12
	C20	1.1992969e-13	1.04902531e-12	3.68847523e-13
	C21	-4.39551393e-14	-5.27163213e-17	-2.48685307e-13
	C23	-6.94239353e-15	2.41662997e-14	-1.22998777e-13
	C25	1.42589153e-15	4.92614883e-14	-1.38722747e-14
	C27	4.24263352e-17	-2.58241283e-14	1.75833705e-17
[0297]	C29	1.63548588e-16	-3.62334861e-17	1.422768e-15
	C31	9.81035253e-17	-3.34821808e-16	5.43158823e-16
	C33	-7.95045663e-18	-1.33308143e-16	6.79918691e-17
	C35	-5.12592669e-19	-4.92438934e-16	6.81835572e-19
	C36	6.9842749e-19	2.51610148e-21	-5.8931813e-18
	C38	-1.66279358e-19	7.3298455e-19	-6.55610075e-18
	C40	-6.28447234e-19	1.69443664e-18	-1.55271887e-18
	C42	2.04767376e-20	-3.36811757e-19	-1.30349519e-19
	C44	2.18932434e-21	-1.74132521e-17	1.24548926e-20

[0298] 用于图6的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
	RX	453.37653170	-1105.89547000
[0299]	C7	-3.64021023e-06	-1.53061966e-08
	C9	-4.1440416e-07	2.02696728e-07
	C10	1.73428138e-10	5.3320966e-11
	C12	1.50361672e-08	3.69218174e-10
	C14	8.05092825e-11	-4.33240146e-11
	C16	3.86788386e-11	6.58986798e-14
	C18	-6.30736684e-11	-9.56533957e-13
	C20	3.23174009e-12	1.76624492e-15

系数		M2	M1	
[0300]	C21	1.06689208e-13	-2.93652599e-17	
	C23	-9.8827162e-14	-1.44343666e-15	
	C25	2.53626119e-13	4.60503135e-15	
	C27	-6.71346795e-17	3.22197521e-15	
	C29	-3.85691883e-16	7.4131948e-19	
	C31	-8.34354289e-17	1.97074044e-17	
	C33	-1.00493209e-15	-4.84993134e-19	
	C35	-9.32551743e-18	1.5674206e-18	
	C36	3.32160664e-18	-2.75117422e-22	
	C38	2.42658882e-18	1.69392814e-21	
	C40	8.35990203e-19	-9.62768209e-20	
	C42	2.82957021e-18	-4.99071337e-20	
	C44	-2.18809094e-19	-2.52307032e-19	
[0301]	用于图6的表3c			
表面		DCX	DCY	DCZ
[0302]	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.00000000	857.25842051
	M7	0.00000000	143.72846278	78.92107486
	M6	0.00000000	-97.73260418	1061.22710854
	M5	0.00000000	-310.85339013	1324.12983099
	M4	0.00000000	-415.10458760	1955.31068719
	M3	0.00000000	-109.21713535	1576.99752720
	光阑	0.00000000	53.83767037	1451.75625757
	M2	0.00000000	233.83461505	1371.94162077
	M1	0.00000000	434.90609681	911.92780520
	物面	0.00000000	524.23007379	1839.29231153
[0303]	用于图6的表4a			

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	5.23773203	0.00000000	-0.00000000
	M7	192.16152597	0.00000000	-0.00000000
	M6	-63.56651549	0.00000000	-0.00000000
[0304]	M5	114.20489964	0.00000000	-0.00000000
	M4	24.16726666	0.00000000	-0.00000000
	M3	139.04415820	0.00000000	-0.00000000
	光阑	238.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M2	-48.62779604	0.00000000	-0.00000000
	M1	189.05463777	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000

[0305] 用于图6的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	5.23773203	0.66285728
	M7	1.67316319	0.66544123
	M6	77.39460590	0.84197074
[0306]	M5	75.17194229	0.80679858
	M4	14.78988644	0.63989082
	M3	79.91239948	0.87714614
	M2	72.24113995	0.75250143
	M1	14.55657686	0.64079353
	总传输率		0.0811

[0307] 用于图6的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-42.55550630	0.00000000
[0308]	-5.71360072	-42.4190407	0.00000000
	-11.28570917	-42.00337327	0.00000000
	-16.57923089	-41.29199297	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-21.46534853	-40.26432853	0.00000000
	-25.82651690	-38.90419369	0.00000000
	-29.55850056	-37.20856137	0.00000000
	-32.57173218	-35.19456381	0.00000000
	-34.79247198	-32.90306161	0.00000000
	-36.16417382	-30.39803509	0.00000000
	-36.64920435	-27.76194540	0.00000000
	-36.23077173	-25.08805998	0.00000000
	-34.91468027	-22.47140643	0.00000000
	-32.73039949	-20.00022495	0.00000000
	-29.73098648	-17.74953050	0.00000000
	-25.99165105	-15.77778545	0.00000000
	-21.60711600	-14.12677772	0.00000000
	-16.68821822	-12.82386652	0.00000000
[0309]	-11.35826608	-11.88531994	0.00000000
	-5.74952640	-11.31971544	0.00000000
	-0.00000000	-11.13084157	0.00000000
	5.74952640	-11.31971544	0.00000000
	11.35826608	-11.88531994	0.00000000
	16.68821822	-12.82386652	0.00000000
	21.60711600	-14.12677772	0.00000000
	25.99165105	-15.77778545	0.00000000
	29.73098648	-17.74953050	0.00000000
	32.73039949	-20.00022495	0.00000000
	34.91468027	-22.47140643	0.00000000
	36.23077173	-25.08805998	0.00000000
	36.64920435	-27.76194540	0.00000000
	36.16417382	-30.39803509	0.00000000
	34.79247198	-32.90306161	0.00000000
	32.57173218	-35.19456381	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	29.55850056	-37.20856137	0.00000000
	25.82651690	-38.90419369	0.00000000
[0310]	21.46534853	-40.26432853	0.00000000
	16.57923089	-41.29199297	0.00000000
	11.28570917	-42.00337327	0.00000000
	5.71360072	-42.41904079	0.00000000

[0311] 用于图6的表6

[0312] 投射光学单元23的总反射率为8.11%。

[0313] 投射光学单元23具有缩小成像比例为 $8 \times (\beta=8)$ 。

[0314] 像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元23针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0315] 与其他投射光学单元不同,投射光学单元23具有像侧数值孔径0.45。

[0316] 成像光3通过投射光学单元23在反射镜M6与像场8之间的光束路径定性上对应于在图2的投射光学单元7中在反射镜M6与像场8之间的光束路径,但关于平行于xz平面的平面成镜像。

[0317] 一方面用于掠入射的反射镜M2及M3及另一方面用于掠入射的反射镜M5及M6布置为使得它们具有相应的反向偏转效应,也就是说,这些反射镜对M2、M3及M5、M6的相应第二反射镜M3及M6的偏转效应从相应第一反射镜M2及M5的偏转效应减去。关于在各情况中,反射镜M2及M3、反射镜M5及M6之一对成像光3的相应单独光线15的反射率具有反向依赖性,即,这些反射镜代表补偿反射镜,使得四个用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6对像场8上或其照明角分布上的反射率没有非期望的总依赖性(overall dependence)。

[0318] 投射光学单元23的光瞳平面位于反射镜M2上的偏转区域中。对x维度有效的孔径光阑可布置在成像光3在反射镜M1与M2之间的光束路径中,邻近M2。在y维度中起作用的孔径光阑可布置在成像光3在反射镜M2与M3之间的光束路径中,再次邻近反射镜M2。投射光学单元23的中间像面位于反射镜M5上的偏转区域中。另一光瞳平面位于成像光3在反射镜M7与M8之间的光束路径中。在那可同样布置对x维度有效的孔径光阑。

[0319] 在截面图中,反射镜M1及M8实施为背对背。

[0320] 仅反射镜M8具有通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的成像光3通过。

[0321] 反射镜M1、M4、M5及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M3、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M2、M3及M5具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0322] 在投射光学单元23中,物面5与像面9之间的z距离大约为1840mm。

[0323] 最大反射镜M8的典型直径大约为800mm。

[0324] 在投射光学单元23中,物/像偏移(object/image offset) d_{OIS} 大约为520mm。在投射光学单元23中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0325] 投射光学单元23具有像场侧波前的扫描RMS值小于 $70\text{m}\lambda$ 。投射光学单元23中的像

场侧畸变值大约为1.2nm。

[0326] 在投射光学单元23中,主光线16在物场4与反射镜M1之间相对于彼此发散地传播。

[0327] 反射镜M8限定x维度的像侧遮挡,其小于投射光学单元23的像侧数值孔径的20%。在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的。

[0328] 下文基于图7说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元24的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至6的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0329] 投射光学单元24的成像光束路径定性上对应于图6的投射光学单元23的成像光束路径。投射光学单元24还包含八个反射镜M1至M8,其中反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜,反射镜M2、M3、M5及M6实施为用于掠入射的反射镜。一方面反射镜M2及M3及另一方面M5及M6的偏转效应彼此相减。

[0330] 反射镜M1至M8构造为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元24的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

[0331]	示例性实施例		图7
	NA		0.45
	波长		13.5 nm
	场尺寸_x		13.0 mm
	场尺寸_y		0.784 mm
	场曲率		0.0 1/mm
	光阑		S7

[0333] 用于图7的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-828.90624658	0.00240718	-813.73184215	0.00246356	REFL
	M7	452.59444650	-0.00441888	343.07524055	-0.00582974	REFL
	M6	1112.77153576	-0.00035436	-8434.60343947	0.00120266	REFL
[0334]	M5	-743.46091318	0.00053356	10280.07421667	-0.00098089	REFL
	M4	-835.77975524	0.00235223	-929.01694099	0.00219010	REFL
	M3	-5551.96069553	0.00007233	-4677.48375823	0.00212963	REFL
	M2	-1728.90769592	0.00023122	1872.02689047	-0.00534493	REFL
	M1	-880.94474613	0.00217245	-929.96827744	0.00224746	REFL

[0335] 用于图7的表2

	系数	M8	M7	M6
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-828.90624660	452.59444650	1112.77153600
[0336]	C7	6.74198948e-09	1.8198381e-07	4.73297971e-07
	C9	3.90647354e-09	-1.03077896e-07	5.71100371e-08
	C10	-1.60344671e-11	5.15323975e-09	2.05867386e-09
	C12	-2.86549213e-11	1.1999558e-08	-8.29784809e-10
	C14	-1.26862354e-11	7.63575592e-09	-9.58970523e-11
	C16	4.78369091e-15	1.39254302e-12	-2.17825923e-11
	C18	8.51266815e-15	7.38520647e-12	6.3635415e-13

	系数	M8	M7	M6
	C20	2.82358426e-15	-2.36224044e-12	1.31296379e-13
	C21	-2.65461735e-17	6.84835025e-14	-1.01503317e-13
	C23	-7.72188599e-17	2.86517775e-13	4.04729312e-14
	C25	-7.21196735e-17	3.43322922e-13	5.59417154e-16
	C27	-1.90211316e-17	7.51227642e-14	-1.51792851e-16
	C29	4.92227907e-21	4.09353362e-17	2.54136872e-16
	C31	1.20218531e-20	1.27335094e-16	-5.10416424e-17
	C33	8.40798497e-21	1.22660287e-16	-2.15218211e-18
	C35	3.23694092e-21	-4.21844295e-17	1.02982467e-19
	C36	-3.28705775e-23	1.68544205e-18	-2.64826102e-19
	C38	-1.3081706e-22	9.48378409e-18	-4.72935253e-19
[0337]	C40	-1.91271179e-22	1.93084784e-17	1.36626279e-20
	C42	-1.20985451e-22	1.51684275e-17	1.50910444e-21
	C44	-2.87133882e-23	5.71789768e-18	-1.52076385e-23
	C46	9.04401197e-27	0	0
	C48	3.06652794e-26	0	0
	C50	3.95339353e-26	0	0
	C52	2.12427278e-26	0	0
	C54	6.19479308e-27	0	0
	C55	-9.56418704e-29	0	0
	C57	-4.73070844e-28	0	0
	C59	-9.34446589e-28	0	0
	C61	-9.13157935e-28	0	0
	C63	-4.41677071e-28	0	0
	C65	-7.86181975e-29	0	0
[0338] 用于图7的表3a				
	系数	M5	M4	M3
[0339]	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000

	系数	M5	M4	M3
	RX	-743.46091320	-835.77975520	-5551.96069600
	C7	8.15313049e-07	1.08411968e-06	8.1725158e-08
	C9	1.15936905e-07	2.66713006e-07	2.11082779e-08
	C10	-2.17231701e-09	1.97364815e-09	-7.51877121e-09
	C12	2.45410579e-09	1.29311988e-09	9.83512366e-10
	C14	8.78996519e-10	1.55808687e-08	-1.39425604e-10
	C16	-1.4388317e-11	-7.24177347e-12	1.61763526e-11
	C18	2.43340771e-12	3.70702943e-12	1.05071826e-12
	C20	8.01706893e-12	-2.73262347e-10	-1.62527109e-13
[0340]	C21	2.02931387e-14	-9.2131432e-15	3.04337357e-13
	C23	-2.63254556e-14	5.85039506e-14	-7.58462902e-14
	C25	-5.41315246e-15	-3.84690423e-13	-1.81428849e-15
	C27	6.80497633e-14	4.35189326e-12	-7.18902516e-16
	C29	-7.38761627e-18	4.09273025e-17	-1.95967055e-15
	C31	-1.6406802e-16	-1.32466527e-15	2.23232144e-16
	C33	4.6161003e-17	1.11389945e-14	1.45669424e-17
	C35	3.46981394e-16	-8.00414961e-14	-5.3737245e-19
	C36	6.56861624e-19	3.51522585e-21	-3.51163866e-17
	C38	2.53098962e-19	5.30473647e-20	8.4177008e-18
	C40	-1.17789383e-18	1.14555302e-17	4.49375372e-19
	C42	7.13915336e-19	-1.10798161e-16	-2.61682976e-20
	C44	6.00248794e-19	6.75342377e-16	2.31069209e-21
	[0341] 用于图7的表3b			
	系数	M2	M1	
[0342]	KY	0.00000000	0.00000000	
	KX	0.00000000	0.00000000	
	RX	-1728.90769600	-880.94474610	

系数		M2	M1	
[0343]	C7	3.08450816e-06	-4.70279039e-08	
	C9	-2.17253795e-08	1.08990881e-07	
	C10	-3.75473915e-08	-3.45672808e-11	
	C12	-1.81552974e-08	2.73887057e-11	
	C14	7.96803985e-11	-4.28414412e-10	
	C16	2.0647621e-10	2.40236171e-14	
	C18	7.22424709e-11	-6.19613419e-13	
	C20	1.47510283e-12	1.08423073e-12	
	C21	1.77572753e-12	-1.52199951e-17	
	C23	-6.59234699e-14	-1.8034018e-15	
	C25	-2.26260751e-13	-3.76723043e-15	
	C27	-5.706268e-15	-5.40832792e-15	
	C29	-2.77294786e-14	-2.49126053e-19	
	C31	-4.84971158e-15	-3.60876052e-18	
	C33	3.35099874e-16	1.99785264e-18	
	C35	2.39450375e-17	8.80558903e-18	
	C36	2.21806273e-16	-5.44564635e-22	
	C38	1.36037517e-16	-4.37847046e-20	
	C40	2.00582463e-17	-7.42210048e-20	
	C42	1.83054058e-19	-1.69927808e-19	
	C44	-5.75280548e-20	1.02060681e-19	
[0344]	用于图7的表3c			
表面	DCX	DCY	DCZ	
像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000	
M8	0.00000000	0.00000000	764.50361369	
[0345]	M7	0.00000000	96.82652457	64.27191627
M6	0.00000000	-27.92847503	1058.54662453	
M5	0.00000000	-219.64054559	1392.20908570	
M4	0.00000000	-271.24388131	1813.78075704	

	表面	DCX	DCY	DCZ
	光阑	0.00000000	-198.32156886	1677.53219215
	M3	0.00000000	-128.24179216	1546.81115682
[0346]	M2	0.00000000	16.78357234	1430.95006703
	10	0.00000000	8791.56176690	-7122.00998575
	M1	0.00000000	272.34233418	956.66066528
	物面	0.00000000	362.68180636	1900.18311637

[0347] 用于图7的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	3.91596926	0.00000000	-0.00000000
	M7	187.39186836	0.00000000	-0.00000000
	M6	-71.50714996	0.00000000	-0.00000000
	M5	108.42016373	0.00000000	-0.00000000
[0348]	M4	17.56397197	0.00000000	-0.00000000
	光阑	-36.24096693	0.00000000	-0.00000000
	M3	129.75252018	0.00000000	-0.00000000
	M2	-50.20499466	0.00000000	-0.00000000
	10	135.94318124	0.00000000	-0.00000000
	M1	191.41461048	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000

[0349] 用于图7的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	3.91596926	0.66415239
	M7	0.35585461	0.66566616
[0350]	M6	78.62897953	0.85974012
	M5	78.56000002	0.85877563
	M4	10.58806423	0.65325493
	M3	78.41763467	0.85677489

	表面	入射角 [度]	反射率
[0351]	M2	78.46987638	0.85751067
	M1	16.88179312	0.63082790
	总传输率		0.0988
[0352]	用于图7的表5		
	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-47.76389383	0.00000000
	0.75722478	-47.21490944	0.00000000
	1.44466231	-45.56440865	0.00000000
	1.99925630	-42.80616853	0.00000000
	2.37083821	-38.94314949	0.00000000
	2.52737588	-34.00299920	0.00000000
	2.45862703	-28.05153657	0.00000000
	2.17710208	-21.19917906	0.00000000
	1.71593988	-13.59913606	0.00000000
	1.12445586	-5.43943918	0.00000000
	0.46249291	3.06794966	0.00000000
[0353]	-0.20557575	11.69767212	0.00000000
	-0.81666564	20.21943325	0.00000000
	-1.31433675	28.40487722	0.00000000
	-1.65354402	36.03372730	0.00000000
	-1.80460322	42.89898816	0.00000000
	-1.75605283	48.81111176	0.00000000
	-1.51602869	53.60229092	0.00000000
	-1.11184253	57.13213052	0.00000000
	-0.58761247	59.29431617	0.00000000
	-0.00000000	60.02254886	0.00000000
	0.58761247	59.29431617	0.00000000
	1.11184253	57.13213052	0.00000000
	1.51602869	53.60229092	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	1.75605283	48.81111176	0.00000000
	1.80460322	42.89898816	0.00000000
	1.65354402	36.03372730	0.00000000
	1.31433675	28.40487722	0.00000000
	0.81666564	20.21943325	0.00000000
	0.20557575	11.69767212	0.00000000
	-0.46249291	3.06794966	0.00000000
[0354]	-1.12445586	-5.43943918	0.00000000
	-1.71593988	-13.59913606	0.00000000
	-2.17710208	-21.19917906	0.00000000
	-2.45862703	-28.05153657	0.00000000
	-2.52737588	-34.00299920	0.00000000
	-2.37083821	-38.94314949	0.00000000
	-1.99925630	-42.80616853	0.00000000
	-1.44466231	-45.56440865	0.00000000
	-0.75722478	-47.21490944	0.00000000

[0355] 用于图7的表6

[0356] 投射光学单元24的总反射率为9.88%。

[0357] 投射光学单元24具有缩小成像比例为 $8\times (\beta=8)$ 。

[0358] 像场8具有 $2\times 6.5\text{mm}$ 的x范围及 0.8mm 的y范围。投射光学单元24针对 13.5nm 的照明光3的工作波长进行优化。

[0359] 在投射光学单元24中,光瞳平面18布置在成像光3在反射镜M2与M3之间的光束路径中。中间像面19布置在反射镜M4与M5之间的成像光束路径中。

[0360] 反射镜M1、M3、M4、M6及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M5及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M3、M5及M6具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0361] 在投射光学单元24的情况中也是如此:仅最后反射镜M8包含在成像光束路径中用于在反射镜M6与M7之间引导的成像光3的通道开口17。

[0362] 投射光学单元24在z方向上的安装长度,即,物面5与像面9之间的距离大约 1900mm 。反射镜M8具有投射光学单元24中所有反射镜的最大直径,该直径约为 700mm 。

[0363] 在投射光学单元24中,物/像偏移 d_{OIS} 大约为 360mm 。在投射光学单元24中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0364] 投射光学单元24具有像场侧波前的扫描RMS值约为 $100\text{m}\lambda$ 。在投射光学单元24中,

像场侧畸变值约为0.6nm。

[0365] 对y维度有效的孔径光阑可布置在成像光3在反射镜M2与M3之间的光束路径中。

[0366] 在投射光学单元24中,成像光3的主光线16在物场4与反射镜M1之间发散地传播。

[0367] 反射镜M8限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元24的像侧数值孔径的24%。

[0368] 在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的。

[0369] 下文基于图8说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元25的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至7的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0370] 投射光学单元25的成像光束路径定性上对应于图6及7的投射光学单元23及24的成像光束路径。投射光学单元25还包含八个反射镜M1至M8,其中反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜,反射镜M2、M3、M5及M6实施为用于掠入射的反射镜。一方面反射镜M2及M3及另一方面M5及M6的偏转效应彼此相减。

[0371] 反射镜M1至M8构造为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元25的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例		图8				
[0372]	NA	0.45				
	波长	13.5 nm				
	场尺寸_x	13.0 mm				
	场尺寸_y	0.784 mm				
[0373]	场曲率	0.0 1/mm				
	光阑	S9				
[0374]	用于图8的表1					
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-1049.60389641	0.00189993	-986.01437231	0.00203430	REFL
	M7	1052.05094258	-0.00190085	516.30074958	-0.00387413	REFL
	M6	672.07102892	-0.00059408	6476.96591445	-0.00154677	REFL
[0375]	M5	-799.22989968	0.00049907	-9635.87145309	0.00104073	REFL
	M4	-655.82100664	0.00302260	-1132.34738046	0.00178202	REFL
	M3	2083.13733086	-0.00019163	-8161.78002389	0.00122769	REFL
	M2	-32587.82702212	0.00001224	2513.72027155	-0.00398819	REFL
	M1	-1124.77927352	0.00171284	-993.83277453	0.00208912	REFL
[0376]	用于图8的表2					

	系数	M8	M7	M6
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-1049.60389600	1052.05094300	672.07102890
	C7	8.94830424e-09	6.82707408e-08	5.39977203e-07
	C9	3.00569958e-09	5.0133583e-08	5.0463779e-08
[0377]	C10	-1.0205043e-11	9.13305341e-10	2.96374987e-09
	C12	-1.78212052e-11	2.88849001e-09	3.61953024e-09
	C14	-6.16611869e-12	1.70930306e-09	9.8625888e-11
	C16	5.53369586e-15	6.46391137e-13	1.62428612e-11
	C18	7.14785588e-15	1.61691667e-12	6.55853805e-12
	C20	1.2952174e-15	-1.12568271e-13	9.89173718e-14
	C21	-1.15962082e-17	3.2230907e-15	2.17786681e-14
	C23	-3.29641744e-17	1.94684249e-14	7.78862843e-14

	系数	M8	M7	M6
	C25	-2.88253574e-17	2.8363428e-14	2.06500061e-14
	C27	-7.61491275e-18	9.96975622e-15	5.79706038e-17
	C29	3.95947425e-21	4.40316043e-18	1.76578906e-16
	C31	9.59189e-21	3.61186907e-17	1.59804916e-16
	C33	5.9075341e-21	2.40890432e-17	4.63612518e-17
	C35	4.91436138e-22	-2.08227139e-17	-1.15451621e-18
	C36	-9.78221988e-24	2.17340086e-20	4.62607032e-20
	C38	-3.80396711e-23	1.769269e-19	2.36610599e-19
	C40	-5.3008359e-23	5.27416888e-19	3.60474258e-19
	C42	-3.05920471e-23	3.79026666e-19	8.8347498e-20
[0378]	C44	-6.20613311e-24	-4.57440157e-20	-2.35018949e-21
	C46	4.59926677e-27	0	0
	C48	1.58065492e-26	0	0
	C50	1.76803708e-26	0	0
	C52	7.68522982e-27	0	0
	C54	5.34537619e-28	0	0
	C55	-1.6671251e-29	0	0
	C57	-8.60661791e-29	0	0
	C59	-1.74742916e-28	0	0
	C61	-1.71631988e-28	0	0
	C63	-7.97461918e-29	0	0
	C65	-1.37837693e-29	0	0
[0379]	用于图8的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
[0380]	RX	-799.22989970	-655.82100660	2083.13733100
	C7	-2.06359045e-07	1.79769856e-06	-1.23888727e-06

	系数	M5	M4	M3
	C9	4.53272901e-08	2.37465306e-06	8.86422249e-08
	C10	4.98518606e-10	-1.48557245e-09	-3.40006344e-09
	C12	-1.31134892e-09	-2.80514774e-10	2.03241635e-09
	C14	2.98465492e-12	3.01097166e-09	-3.36768492e-11
	C16	4.49053513e-12	3.15577912e-11	-1.66141091e-11
	C18	1.64207121e-12	7.30259248e-11	-7.13724906e-12
	C20	-1.0335036e-12	3.09731752e-10	5.4031591e-13
	C21	-2.93206259e-14	-2.05672375e-14	-4.18881657e-13
	C23	-5.92456689e-14	2.22350106e-14	-6.83276534e-14
[0381]	C25	-5.80080861e-14	1.08931865e-12	-7.07864185e-15
	C27	2.2172926e-14	-1.42234054e-12	5.63121269e-16
	C29	1.40438563e-17	8.53769578e-16	-8.08308771e-16
	C31	-6.66032602e-17	2.70533891e-15	2.67861368e-16
	C33	7.30170261e-16	-1.62676517e-15	-3.42472444e-17
	C35	3.16423462e-16	4.49594522e-14	1.66873362e-18
	C36	-1.81264397e-18	-3.66571047e-19	-6.54742071e-17
	C38	-5.39055928e-20	-3.12546568e-18	4.62927488e-18
	C40	-2.02947052e-18	7.95440303e-17	-4.8710506e-18
	C42	-2.24011839e-18	6.67587526e-16	-2.67955705e-19
	C44	-7.82360967e-18	3.07878704e-16	2.12454918e-22

[0382] 用于图8的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
[0383]	RX	-32587.82702000	-1124.77927400
	C7	-4.74483513e-07	2.20095584e-09
	C9	3.93556671e-08	1.960322e-07
	C10	-2.66024165e-09	-2.88589459e-11

	系数	M2	M1
	C12	-2.10042981e-09	-1.13714912e-11
	C14	-4.96647358e-11	-1.87229835e-10
	C16	3.63968975e-11	-1.00857126e-13
	C18	-6.32882695e-12	-1.48327939e-14
	C20	1.40830966e-12	1.42850505e-12
	C21	-3.43617167e-13	-3.03067897e-17
	C23	2.78640456e-15	-3.68437637e-16
	C25	-2.10521417e-14	2.77481379e-15
[0384]	C27	-3.31782506e-16	-2.91734364e-15
	C29	3.53276862e-15	5.08698618e-19
	C31	-7.40107603e-16	7.73915869e-18
	C33	2.47602209e-17	-6.54164067e-19
	C35	3.81467272e-18	1.85860304e-17
	C36	-5.81173248e-18	1.22184892e-21
	C38	-1.24881103e-17	1.12627739e-20
	C40	6.79836244e-18	3.74180742e-20
	C42	-6.71427793e-19	3.54376196e-20
	C44	2.7467903e-20	-9.46214624e-20

[0385] 用于图8的表3c

	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.00000000	921.48007420
	M7	0.00000000	127.69651360	91.87626879
[0386]	M6	0.00000000	-54.51524583	1081.95671536
	M5	0.00000000	20.29114222	1416.57838942
	M4	0.00000000	-58.31889420	1844.49683317
	M3	0.00000000	59.41629968	1599.41318117
	M2	0.00000000	224.00188768	1454.69416858
	光阑	0.00000000	273.52466623	1404.16528501

	表面	DCX	DCY	DCZ
[0387]	M1	0.00000000	493.26104418	894.61377093
	物面	0.00000000	589.57009799	1900.28701404
[0388]	用于图8的表4a			
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	4.37615932	0.00000000	-0.00000000
	M7	189.59363600	0.00000000	-0.00000000
	M6	88.91365207	0.00000000	-0.00000000
	M5	268.90218087	0.00000000	-0.00000000
[0389]	M4	18.03860636	0.00000000	-0.00000000
	M3	127.17947272	0.00000000	-0.00000000
	M2	-52.81127402	0.00000000	-0.00000000
	光阑	206.02771128	0.00000000	-0.00000000
	M1	190.10376344	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
[0390]	用于图8的表4b			
	表面	入射角 [度]	反射率	
	M8	4.37615932	0.66374698	
	M7	0.83845517	0.66562989	
	M6	78.48451336	0.85771648	
	M5	78.49604650	0.85787855	
[0391]	M4	7.63115384	0.65946494	
	M3	78.48653632	0.85774492	
	M2	78.49242558	0.85782768	
	M1	15.57417594	0.63670200	
	总传输率		0.1004	
[0392]	用于图8的表5			
[0393]	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	

	0.00000000	47.81303970	0.00000000
	-5.44429277	47.46175497	0.00000000
	-10.74517286	46.42220229	0.00000000
	-15.76391160	44.73636357	0.00000000
	-20.37088960	42.47121905	0.00000000
	-24.44946621	39.71451489	0.00000000
	-27.89907302	36.56933710	0.00000000
	-30.63749814	33.14808875	0.00000000
	-32.60243065	29.56653666	0.00000000
	-33.75231387	25.93835392	0.00000000
	-34.06656777	22.37033180	0.00000000
	-33.54529452	18.95837628	0.00000000
	-32.20854890	15.78438787	0.00000000
	-30.09518802	12.91406977	0.00000000
	-27.26136068	10.39574244	0.00000000
[0394]	-23.77878796	8.26036180	0.00000000
	-19.73295948	6.52296509	0.00000000
	-15.22125595	5.18562681	0.00000000
	-10.35095305	4.24175823	0.00000000
	-5.23706775	3.68124886	0.00000000
	-0.00000000	3.49551844	0.00000000
	5.23706775	3.68124886	0.00000000
	10.35095305	4.24175823	0.00000000
	15.22125595	5.18562681	0.00000000
	19.73295948	6.52296509	0.00000000
	23.77878796	8.26036180	0.00000000
	27.26136068	10.39574244	0.00000000
	30.09518802	12.91406977	0.00000000
	32.20854890	15.78438787	0.00000000
	33.54529452	18.95837628	0.00000000
	34.06656777	22.37033180	0.00000000

	33.75231387	25.93835392	0.00000000
	32.60243065	29.56653666	0.00000000
	30.63749814	33.14808875	0.00000000
	27.89907302	36.56933710	0.00000000
[0395]	24.44946621	39.71451489	0.00000000
	20.37088960	42.47121905	0.00000000
	15.76391160	44.73636357	0.00000000
	10.74517286	46.42220229	0.00000000
	5.44429277	47.46175497	0.00000000

[0396] 用于图8的表6

[0397] 投射光学单元25的总反射率为10.04%。

[0398] 投射光学单元25具有缩小成像比例为 $8 \times (\beta = 8)$ 。

[0399] 像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元25针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0400] 反射镜M1、M3、M4、M5及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M3、M5及M6具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0401] 在投射光学单元25的情况中也是如此:仅最后反射镜M8包含用于在反射镜M6与M7之间引导的成像光3的通道开口17。

[0402] 在投射光学单元25中,光瞳平面18布置在反射镜M2与反射镜M3之间。在投射光学单元25中,中间像面19布置在用于掠入射的反射镜M5上反射的区域中。

[0403] 在投射光学单元25中,在物面5与像面9之间的z距离为1900mm。

[0404] 在投射光学单元25中,最大反射镜M8的典型直径大约为800mm。

[0405] 在投射光学单元25中,物/像偏移 d_{OIS} 大约为600mm。在投射光学单元25中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0406] 投射光学单元25具有像场侧波前的扫描RMS值大约 $70\text{m}\lambda$ 。投射光学单元25中的像场侧畸变值大约为3nm。

[0407] 在投射光学单元25中,孔径光阑可布置在成像光3在反射镜M2与M3之间的光束路径中。

[0408] 在投射光学单元25中,主光线16在物场4与反射镜M1之间发散地传播。

[0409] 反射镜M8限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元25的像侧数值孔径的20%。在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的。

[0410] 下文基于图9说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元26的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至8的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0411] 投射光学单元26具有总共八个反射镜M1至M8。这些反射镜构造为自由形式表面,上文指定自由形式表面方程式(1)对其适用。投射光学单元26的成像光束路径定性上对应

于投射光学单元7的成像光束路径,其关于平行于xz平面的平面成镜像。

[0412] 一方面反射镜M2及M3及另一方面M5及M6再次构成用于掠入射的反射镜对,其对于成像光的偏转效应相加。其他反射镜M1、M4、M7及M8是用于法线入射的反射镜。

[0413] 可从以下表格取得投射光学单元26的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例				图 9		
	NA			0.45		
	波长			13.5 nm		
[0414]	场尺寸_x			13.0 mm		
	场尺寸_y			0.784 mm		
	场曲率			0.0 1/mm		
	光阑			S8		
[0415]	用于图9的表1					
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0416]	M8	-1020.68473887	0.00195413	-933.33549787	0.00214871	REFL
	M7	1354.53748928	-0.00147651	452.31842933	-0.00442170	REFL
	M6	-1405.06283565	0.00034472	15664.51705589	-0.00052721	REFL
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0417]	M5	3999.20552730	-0.00007886	7254.86511412	-0.00174817	REFL
	M4	-1184.01227813	0.00164064	-894.72802928	0.00230144	REFL
	M3	4681.74323636	-0.00007653	5171.50582521	-0.00215877	REFL
	M2	852.69172547	-0.00067816	-11086.02991064	0.00062397	REFL
	M1	-1964.03237491	0.00097408	-2270.56487894	0.00092083	REFL
[0418]	用于图9的表2					

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1020.68473900	1354.53748900	-1405.06283600
C7	-4.5731683e-10	-3.41690693e-07	-5.65649344e-08
C9	2.45996777e-09	3.83206678e-08	1.89544462e-09
C10	-9.85395846e-12	6.44749036e-10	-1.93920244e-10
C12	-2.34897758e-11	2.85639184e-09	-3.25598414e-11
C14	-8.72926178e-12	3.07364292e-09	-1.12164645e-13
C16	6.07361769e-16	-3.09291494e-13	3.36943064e-12
[0419] C18	2.41094328e-15	2.31337277e-13	6.29413154e-13
C20	1.32110071e-15	1.3381722e-12	1.29643368e-13
C21	-1.23303721e-17	1.38415935e-15	4.62316004e-14
C23	-4.20277144e-17	1.20452307e-14	8.27538418e-15
C25	-4.08488297e-17	3.55373943e-14	8.69367918e-16
C27	-1.08210387e-17	1.90903669e-14	9.15499041e-18
C29	1.07931282e-21	-1.26240025e-19	-1.09629551e-16
C31	3.53989366e-21	7.87268568e-18	-2.60340852e-19
C33	3.24535646e-21	3.94705236e-17	-1.56739759e-18
C35	1.50192167e-21	6.62304e-17	-1.72905085e-19
C36	-1.14892505e-23	6.66100206e-21	1.66079634e-18
C38	-5.06654961e-23	8.27654198e-20	8.50117627e-20

	系数	M8	M7	M6
	C40	-7.8424464e-23	4.19476166e-19	-1.05681234e-19
	C42	-4.9856421e-23	8.00362496e-19	-5.2250027e-21
	C44	-1.06579309e-23	5.55709617e-19	1.40460138e-22
	C46	2.08122398e-27	0	0
	C48	6.60530624e-27	0	0
	C50	7.61977765e-27	0	0
[0420]	C52	4.50302264e-27	0	0
	C54	1.39426672e-27	0	0
	C55	-2.0882185e-29	0	0
	C57	-1.18627262e-28	0	0
	C59	-2.58588211e-28	0	0
	C61	-2.72003773e-28	0	0
	C63	-1.3620868e-28	0	0
	C65	-2.53756018e-29	0	0
[0421]	用于图9的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	3999.20552700	-1184.01227800	4681.74323600
[0422]	C7	8.69357878e-08	7.62650744e-09	1.82926331e-07
	C9	-2.20256023e-08	-6.79819355e-07	-2.74549952e-08
	C10	6.23391082e-10	-6.30875708e-11	1.36557421e-10
	C12	2.15155751e-10	6.40787678e-12	5.55467106e-10
	C14	6.51961859e-11	-3.52233076e-09	1.76746757e-10
	C16	8.39711467e-13	-2.68662388e-14	1.76890882e-12
	C18	2.30182337e-13	-1.32962452e-12	-4.71589056e-13
	C20	-4.46761962e-14	-2.08675862e-11	1.39910872e-13
	C21	-4.34103393e-15	-6.57999966e-17	-1.21518032e-14

	系数	M5	M4	M3
	C23	3.68657946e-15	-8.04594597e-16	9.50534732e-15
	C25	1.89166259e-16	-3.29911674e-15	-8.40961008e-15
	C27	1.06520031e-16	-1.32487137e-13	-8.07445146e-15
	C29	1.3373458e-17	9.49001529e-19	6.03691731e-18
	C31	1.69029919e-17	-8.32008838e-18	9.40385193e-17
[0423]	C33	2.62169884e-18	8.1099079e-17	1.1838444e-16
	C35	-3.09635883e-19	-1.03894539e-15	9.19224029e-17
	C36	3.39460047e-19	-9.69222081e-22	1.64007551e-19
	C38	1.19302799e-19	1.76179484e-21	6.27204932e-20
	C40	6.54223006e-20	1.83258474e-20	-4.59136703e-19
	C42	-4.52075866e-21	1.01522211e-18	-4.92528089e-19
	C44	7.14188701e-22	-5.99497164e-18	-3.46025607e-19

[0424] 用于图9的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
	RX	852.69172550	-1964.03237500
	C7	-7.81658255e-07	-4.55147095e-09
	C9	1.56377907e-09	-5.53517249e-08
[0425]	C10	5.58543355e-10	-6.87418275e-12
	C12	1.03807562e-09	-1.8936292e-11
	C14	-7.16700901e-13	2.34208295e-10
	C16	-2.34728814e-12	2.34056772e-14
	C18	-1.28373035e-12	1.87499703e-13
	C20	-7.57748125e-15	-8.87948384e-13
	C21	-1.15979439e-15	1.42512308e-18
	C23	4.32890616e-15	2.07491865e-17
	C25	1.60432619e-15	-9.62467925e-16

	系数	M2	M1
	C27	2.85253744e-18	2.00812e-15
	C29	3.98866926e-18	1.34308944e-20
	C31	-4.89809284e-18	-1.00614084e-19
	C33	-1.71062114e-18	4.24046777e-18
[0426]	C35	7.20763643e-21	-2.92886467e-18
	C36	6.42255749e-21	-3.18411183e-24
	C38	-3.70862193e-21	-1.94058082e-23
	C40	3.05690863e-21	9.71214773e-22
	C42	1.05972674e-21	-7.95009632e-21
	C44	-1.21554754e-23	6.09195055e-21
[0427]	用于图9的表3c		
	表面	DCX	DCY
	像面	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	865.29422222
	M7	0.00000000	68.26504872
	M6	0.00000000	1055.95508411
	M5	0.00000000	1490.07075809
[0428]	M4	0.00000000	1745.75557040
	M3	0.00000000	1660.49873728
	光阑	0.00000000	1432.58044567
	M2	0.00000000	1223.96788517
	M1	0.00000000	386.83503296
	物面	0.00000000	1909.74496129
[0429]	用于图9的表4a		
	表面	TLA[度]	TLB[度]
	像面	-0.00000000	-0.00000000
[0430]	M8	4.22991607	-0.00000000
	M7	188.70125998	-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	M6	-67.04744721	0.00000000	-0.00000000
	M5	-43.95927660	0.00000000	-0.00000000
	M4	68.88242468	0.00000000	-0.00000000
[0431]	M3	-17.67119969	0.00000000	-0.00000000
	光阑	-59.23477257	0.00000000	-0.00000000
	M2	-44.79701653	0.00000000	-0.00000000
	M1	191.44774020	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000

[0432] 用于图9的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	4.22991607	0.66388105
	M7	0.23883275	0.66566686
	M6	75.98494377	0.82019012
[0433]	M5	80.92687210	0.89027623
	M4	13.76746994	0.64369696
	M3	79.67997395	0.87406508
	M2	73.19415034	0.77128309
	M1	16.94892910	0.63050655
	总传输率		0.0883

[0434] 用于图9的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-80.47093417	0.00000000
	-10.25746907	-79.94987076	0.00000000
	-20.26826613	-78.37210765	0.00000000
[0435]	-29.79066890	-75.69797214	0.00000000
	-38.59312691	-71.87406347	0.00000000
	-46.45979046	-66.85028467	0.00000000
	-53.19615576	-60.60006602	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-58.63447748	-53.13981514	-0.00000000
	-62.63850784	-44.54314891	0.00000000
	-65.10719435	-34.94724292	0.00000000
	-65.97718636	-24.55138803	0.00000000
	-65.22420672	-13.60979294	0.00000000
	-62.86345402	-2.42134193	0.00000000
	-58.94921668	8.68142822	0.00000000
	-53.57381986	19.34327530	0.00000000
	-46.86592081	29.19797884	0.00000000
	-38.98806545	37.88260901	0.00000000
	-30.13336574	45.05554784	-0.00000000
	-20.52118204	50.41779081	-0.00000000
	-10.39177552	53.73519155	0.00000000
	-0.00000000	54.85815175	0.00000000
[0436]	10.39177552	53.73519155	-0.00000000
	20.52118204	50.41779081	0.00000000
	30.13336574	45.05554784	-0.00000000
	38.98806545	37.88260901	0.00000000
	46.86592081	29.19797884	0.00000000
	53.57381986	19.34327530	0.00000000
	58.94921668	8.68142822	0.00000000
	62.86345402	-2.42134193	0.00000000
	65.22420672	-13.60979294	0.00000000
	65.97718636	-24.55138803	0.00000000
	65.10719435	-34.94724292	0.00000000
	62.63850784	-44.54314891	0.00000000
	58.63447748	-53.13981514	-0.00000000
	53.19615576	-60.60006602	0.00000000
	46.45979046	-66.85028467	0.00000000
	38.59312691	-71.87406347	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
[0437]	29.79066890	-75.69797214	0.00000000
	20.26826613	-78.37210765	-0.00000000
	10.25746907	-79.94987076	0.00000000

[0438] 用于图9的表6

[0439] 投射光学单元26的总反射率为8.83%。

[0440] 投射光学单元26具有缩小成像比例为 $8\times (\beta=8)$ 。

[0441] 像场8具有 $2\times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元26针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0442] 反射镜M1、M2、M4及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M3、M5、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0443] 投射光学单元26的光瞳平面18位于反射镜M2与M3之间的光束路径中。不像图9示意性指示的,此光阑平面相对于中央场点的主光线倾斜。投射光学单元26的中间像面19位于反射镜M3上反射的区域中。

[0444] 在投射光学单元26的情况中也是如此:反射镜M8是包含在成像光束路径中用于在反射镜M6与M7之间的成像光3的通道开口17的唯一反射镜。

[0445] 在投射光学单元26中,在物面5与像面9之间的z距离为1900mm。

[0446] 在投射光学单元26中,最大反射镜M8的典型直径大约为800mm。

[0447] 在投射光学单元26中,物/像偏移 d_{OIS} 大约为1350mm。在投射光学单元26中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0448] 投射光学单元26具有像场侧波前的扫描RMS值大约 $30\text{m}\lambda$ 。投射光学单元26中的像场侧畸变值大约为1.0nm。

[0449] 在投射光学单元26中,对x方向有效的光阑可布置在成像光3在反射镜M1与M2之间的光束路径中,对y维度有效的光阑可布置在反射镜M2与M3之间的光束路径中。

[0450] 在投射光学单元26中,主光线16在成像光3在物场4与反射镜M1之间的光束路径中发散地传播。

[0451] 反射镜M8限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元26的像侧数值孔径的20%。在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的。

[0452] 下文基于图10说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元27的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至9的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0453] 投射光学单元27具有总共九个反射镜M1至M9。反射镜M1、M3、M5、M6及M7实施为用于掠入射的反射镜。其他反射镜M2、M4、M8及M9实施为用于法线入射的反射镜。在反射镜M1上反射之后,投射光学单元27的成像光束路径定性上对应于投射光学单元26在位于那里的反射镜M1上反射之前的成像光束路径。

[0454] 不像在投射光学单元26中,投射光学单元27中的物面5及像面9并非平行于彼此而延伸,而是关于彼此具有一角度。在物面5与像面9之间的角度大约为 25° 。在物面5与像面9

之间还可以有不同角度,例如9°的角。

[0455] 反射镜M1至M9实施为自由形式表面,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元27的光学设计数据,所述表格在设计上对应于关于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例			图 10			
	NA		0.45			
	波长		13.5 nm			
[0456]	场尺寸_x		13.0 mm			
	场尺寸_y		0.784 mm			
	场曲率		0.0 1/mm			
	光阑		S8			
[0457]	用于图10的表1					
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M9	-927.06163241	0.00215195	-844.37553102	0.00237456	REFL
[0458]	M8	1260.16184110	-0.00158703	401.08562452	-0.00498668	REFL
	M7	-1168.04413588	0.00040107	11410.61912595	-0.00074830	REFL
	M6	4599.68965912	-0.00006782	8916.30231166	-0.00143804	REFL
	M5	-1096.76971549	0.00176717	-863.86589235	0.00238902	REFL
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M4	4376.93959430	-0.00008826	4854.36195700	-0.00213313	REFL
[0459]	M3	694.47986096	-0.00078202	-11204.91072986	0.00065732	REFL
	M2	-1794.72340819	0.00106428	-2029.30630895	0.00103195	REFL
	M1	56094.16071744	-0.00000619	2455768.87767400	-0.00000469	REFL
[0460]	用于图10的表2					

系数	M9	M8	M7
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-927.06163240	1260.16184100	-1168.04413600
[0461]	C7	-2.23517614e-09	-4.50960587e-07
	C9	3.6145057e-09	2.20913057e-07
	C10	-1.30846827e-11	8.26856896e-10
	C12	-3.31679633e-11	3.96892634e-09
	C14	-1.11333628e-11	3.96037785e-09
	C16	-1.35234341e-15	-7.57597915e-13
	C18	2.4979396e-15	7.50962025e-13
	C20	2.05872696e-15	1.71669679e-12
	C21	-1.94087173e-17	1.87848046e-15
	C23	-7.12735855e-17	2.02345088e-14
	C25	-6.73063611e-17	5.75563235e-14
	C27	-1.82798337e-17	5.09562952e-14
	C29	-3.20697386e-24	-7.22215501e-19
	C31	3.5532586e-21	2.1496672e-17
	C33	5.38887498e-21	6.98750447e-17
	C35	2.90441791e-21	1.60217048e-16
	C36	-2.16831662e-23	1.02346305e-20
	C38	-1.024839e-22	1.50853153e-19
	C40	-1.5739648e-22	7.95625269e-19
			8.70609334e-20

	系数	M9	M8	M7
	C42	-9.99598149e-23	1.67352786e-18	3.47122436e-22
	C44	-2.1418847e-23	1.35065244e-18	-3.9650949e-23
	C46	1.75635066e-27	0	0
	C48	3.95925628e-27	0	0
	C50	9.08959768e-27	0	0
[0462]	C52	7.51947576e-27	0	0
	C54	2.95311155e-27	0	0
	C55	-4.9313257e-29	0	0
	C57	-2.91657271e-28	0	0
	C59	-6.40825581e-28	0	0
	C61	-6.7271506e-28	0	0
	C63	-3.36939719e-28	0	0
	C65	-6.32994338e-29	0	0

[0463] 用于图10的表3a

	系数	M6	M5	M4
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	4599.68965900	-1096.76971500	4376.93959400
[0464]	C7	1.03365575e-07	1.77442565e-08	2.85338602e-07
	C9	-1.54020378e-08	-6.87485517e-07	-1.50086102e-08
	C10	6.24726933e-10	-6.07852311e-11	-2.45993749e-10
	C12	2.40839743e-10	5.8774529e-11	7.01376961e-10
	C14	5.40400123e-11	-4.141262e-09	2.22502751e-10
	C16	8.59548973e-13	6.15732667e-14	3.90716877e-12
	C18	3.88970513e-13	-1.96817792e-12	-8.40526435e-13
	C20	-4.05623477e-14	-2.89315132e-11	4.02410751e-13
	C21	-1.20558697e-14	2.96793339e-17	-3.71431043e-14
	C23	3.60545789e-15	-1.07466885e-15	2.86503345e-14

	系数	M6	M5	M4
	C25	4.90623123e-16	-7.66590675e-15	-1.34184278e-14
	C27	1.09460213e-16	-2.25511385e-13	-1.60120001e-14
	C29	-4.29010487e-19	2.6566245e-18	-1.11931312e-16
	C31	2.82057928e-17	-4.89526911e-18	1.96219169e-16
[0465]	C33	3.64606722e-18	1.17410302e-16	1.62404628e-16
	C35	-1.9616745e-19	-1.76366177e-15	2.00776571e-16
	C36	4.55297641e-19	-1.10261165e-21	2.17082945e-21
	C38	1.72685649e-19	4.71570588e-21	-1.71177213e-19
	C40	1.19053297e-19	1.68707682e-19	-5.48323926e-19
	C42	2.84505286e-21	1.74228055e-18	-7.77652616e-19
	C44	3.95736521e-22	-8.4090687e-18	-8.35475752e-19
[0466]	用于图10的表3b			
	系数	M3	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	694.47986100	-1794.72340800	56094.16072000
	C7	-9.05001362e-07	2.43898758e-08	-4.50372077e-08
	C9	3.15550349e-09	-3.56700561e-08	-1.70664296e-09
	C10	6.34026502e-10	9.89791173e-13	-4.70024759e-11
[0467]	C12	1.18596959e-09	-6.80752791e-11	-1.3238749e-11
	C14	1.06817193e-12	2.4496293e-10	5.60439886e-14
	C16	-3.63455516e-12	-5.25512666e-15	1.47433739e-13
	C18	-1.41249895e-12	4.60707008e-13	2.95667054e-14
	C20	-1.74617944e-14	-1.2047971e-12	4.8002619e-15
	C21	-1.91218475e-15	-2.29258544e-18	1.9028315e-16
	C23	7.60619654e-15	1.4721488e-16	3.97100834e-16
	C25	1.76329071e-15	-2.52607323e-15	5.02793845e-17
	C27	1.20304383e-17	2.91792964e-15	1.19507083e-17

	系数	M3	M2	M1
	C29	6.27376885e-18	6.5563985e-20	7.22310933e-20
	C31	-9.91733853e-18	-8.95631485e-19	3.50704599e-19
	C33	-2.07433776e-18	8.24988356e-18	6.30478322e-20
[0468]	C35	8.04274126e-21	-6.16363923e-18	1.42780131e-20
	C36	1.68635395e-20	-3.79475169e-23	1.84200486e-21
	C38	-2.47873133e-21	-5.38421564e-22	-8.43097684e-22
	C40	7.02632851e-21	1.78624244e-21	1.73741471e-22
	C42	1.58722416e-21	-1.78993463e-20	3.02938088e-23
	C44	-3.21703854e-23	5.70718198e-21	7.7900247e-24

[0469] 用于图10的表3c

	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M9	0.00000000	0.00000000	786.63111111
	M8	0.00000000	102.63834162	66.28304947
	M7	0.00000000	-42.20392704	963.45589840
	M6	0.00000000	-330.28870287	1356.10968115
[0470]	M5	0.00000000	-662.92650671	1595.87409890
	M4	0.00000000	-55.87386363	1518.97310352
	光阑	0.00000000	312.02692681	1302.34585970
	M3	0.00000000	677.24956983	1104.30311012
	M2	0.00000000	1096.20099718	348.22303178
	M1	0.00000000	1163.41792826	1046.10952756
	物面	-0.00000000	990.09733323	1716.14318698

[0471] 用于图10的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
[0472]	M9	4.05665761	0.00000000	-0.00000000
	M8	188.65127645	0.00000000	-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	M7	-67.27942550	0.00000000	-0.00000000
	M6	-44.75934404	0.00000000	-0.00000000
	M5	68.49763755	0.00000000	-0.00000000
	M4	-18.35688966	0.00000000	-0.00000000
[0473]	光阑	-59.23477257	0.00000000	-0.00000000
	M3	-45.24965445	0.00000000	-0.00000000
	M2	191.74671318	0.00000000	-0.00000000
	M1	-85.49756738	-0.00000000	180.00000000
	物面	9.00279525	-0.00000000	180.00000000

[0474] 用于图10的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M9	4.05665761	0.66403357
	M8	0.53044148	0.66565924
	M7	76.45362613	0.82762443
	M6	81.02626853	0.89153746
[0475]	M5	14.28246533	0.64182800
	M4	78.86369490	0.86299856
	M3	74.24363169	0.79067680
	M2	17.24608899	0.62906014
	M1	79.99938209	0.87829176
	总传输率		0.0789

[0476] 用于图10的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-77.36899626	0.00000000
	-9.63805104	-76.89174932	0.00000000
[0477]	-19.04585126	-75.44603498	0.00000000
	-27.99720457	-72.99379120	0.00000000
	-36.27449492	-69.48369854	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-43.67382900	-64.86713406	0.00000000
	-50.01062298	-59.11655450	0.00000000
	-55.12523420	-52.24278088	0.00000000
	-58.88805408	-44.30771100	0.00000000
	-61.20346679	-35.43047265	0.00000000
	-62.01235694	-25.78715767	0.00000000
	-61.29323966	-15.60585844	0.00000000
	-59.06229034	-5.15917759	0.00000000
	-55.37254326	5.24425982	0.00000000
	-50.31248449	15.26910313	0.00000000
	-44.00419258	24.56450552	0.00000000
	-36.60098665	32.77884030	0.00000000
	-28.28434784	39.57860245	0.00000000
	-19.25989969	44.67051183	0.00000000
[0478]	-9.75241853	47.82425257	0.00000000
	-0.00000000	48.89242200	0.00000000
	9.75241853	47.82425257	0.00000000
	19.25989969	44.67051183	0.00000000
	28.28434784	39.57860245	0.00000000
	36.60098665	32.77884030	0.00000000
	44.00419258	24.56450552	0.00000000
	50.31248449	15.26910313	0.00000000
	55.37254326	5.24425982	0.00000000
	59.06229034	-5.15917759	0.00000000
	61.29323966	-15.60585844	0.00000000
	62.01235694	-25.78715767	0.00000000
	61.20346679	-35.43047265	0.00000000
	58.88805408	-44.30771100	0.00000000
	55.12523420	-52.24278088	0.00000000
	50.01062298	-59.11655450	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	43.67382900	-64.86713406	0.00000000
	36.27449492	-69.48369854	0.00000000
[0479]	27.99720457	-72.99379120	0.00000000
	19.04585126	-75.44603498	0.00000000
	9.63805104	-76.89174932	0.00000000

[0480] 用于图10的表6

[0481] 投射光学单元27的总反射率为7.89%。

[0482] 投射光学单元27具有缩小成像比例为 $8 \times (\beta=8)$ 。

[0483] 像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1mm的y范围。投射光学单元27针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0484] 在投射光学单元27中,光瞳平面18布置在反射镜M3与M4之间的成像光束路径中。不像所示意性描绘的,光瞳平面18相对于中央场点的主光线倾斜。中间像面19布置在反射镜M4与M5之间的成像光束路径中,邻近反射镜M4。

[0485] 在投射光学单元27中,一方面反射镜M3及M4及另一方面反射镜M6及M7形成用于掠入射的反射镜对,其对成像光3的偏转效应相加。

[0486] 反射镜M1、M4、M6、M7及M8具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。反射镜M2、M3、M5及M9具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M1、M3、M4、M6及M7具有很大的绝对半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0487] 继而在投射光学单元27中的情况也是如此:反射镜M9是包含通道开口17的唯一反射镜,该通道开口用于使在反射镜M7与M8之间引导的成像光3通过。

[0488] 在投射光学单元27中,在物面5与像面9之间的z距离大约为1700mm。

[0489] 在投射光学单元27中,最大反射镜M9的典型直径大约为730mm。

[0490] 在投射光学单元27中,物/像偏移 d_{0IS} 大约为1000mm。在投射光学单元27中,物场侧主光线16还包括与物面5的法线的角度CRA0为 5.5° 。

[0491] 投射光学单元27具有像场侧波前的扫描RMS值大约 $30\text{m}\lambda$ 。投射光学单元27中的像场侧畸变值大约为0.6nm。

[0492] 对x维度有效的光阑可布置在成像光3在反射镜M2与M3之间的光束路径中。在投射光学单元27中,对y维度有效的光阑可布置在反射镜M3与M4之间的光束路径中。

[0493] 投射光学单元27中的主光线16在成像光3在物场4与反射镜M1之间的光束路径中具有发散传播。

[0494] 反射镜M9限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元27的像侧数值孔径的20%。在y方向上,遮挡明显较小且此外为偏心的。

[0495] 下文基于图11说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元28的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至10的背景中已经扫描说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0496] 投射光学单元28具有总共八个反射镜M1至M8。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。反射镜M2、M3、M5及M6实施为用于掠入射的反射镜。在反射镜M4之后,投射

光学单元28中的光束路径定性上对应于在图10的投射光学单元27中的反射镜M5之后的光束路径,其中与投射光学单元27的倒数第二反射镜M8的布置相比,投射光学单元28中的倒数第二反射镜M7关于平行于xz平面的平面布置成镜像。

[0497] 在投射光学单元28的光束引导中,光束路径的主光线16一方面在反射镜M1与M2之间交叉,光束路径另一方面在反射镜M5与M6之间交叉。

[0498] 一方面两个用于掠入射的反射镜M2及M3,及另一方面两个用于掠入射的反射镜M5及M6,各实施为反射镜对,反射镜的偏转效应相加。

[0499] 在投射光学单元28中,仅最后反射镜M8实施为具有通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间引导的成像光3通过。

[0500] 在投射光学单元28中,在物面5与像面9之间的z距离大约为2000mm。在投射光学单元28中,物/像偏移大约为1000mm。

[0501] 下文基于图12说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元29的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至11的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0502] 投射光学单元29具有总共八个反射镜M1至M8。反射镜M1、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。反射镜M2、M3、M4、M5及M6实施为用于掠入射的反射镜。因此,投射光学单元29具有五个连续布置的用于掠入射的反射镜。所有用于掠入射的反射镜M2至M6对投射光学单元29中的成像光3具有相加的偏转效应。

[0503] 在反射镜M5之后,投射光学单元29中的光束路径定性上对应于图2的投射光学单元7的光束路径。

[0504] 在投射光学单元29中,仅最后反射镜M8再次包含通道开口17,其用于使在反射镜M6与M7之间引导的成像光3通过。

[0505] 在投射光学单元29中,在彼此平行的物面5与像面9之间的z距离大约为2500mm。在投射光学单元29中,物/像偏移大约为3000mm。

[0506] 下文基于图13说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元30的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至12的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。

[0507] 投射光学单元30具有总共十一个反射镜M1至M11。反射镜M5、M10及M11实施为用于法线入射的反射镜。反射镜M1、M2、M3、M4、M6、M7、M8及M9实施为用于掠入射的反射镜。因此,投射光学单元30具有两个组,各组具有四个连续布置的用于掠入射的反射镜。用于掠入射的反射镜M1至M4的偏转效应相加。用于掠入射的反射镜M6至M9的偏转效应相加。

[0508] 在反射镜M8之后,投射光学单元30中的成像光束路径定性上对应于图11的投射光学单元28中在其中的反射镜M4之后的成像光束路径,关于平行于xz平面的平面成镜像。

[0509] 下文基于图14及15说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元31的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至13的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图14显示投射光学单元31的子午截面(meridional section)。图15显示投射光学单元31的弧矢视图(sagittal view)。

[0510] 投射光学单元31具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0511] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元31的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

[0512] 示例性实施例 图 14/15

NA	0.6
波长	13.5 nm
场尺寸_x	13.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.049315 1/mm
光阑	S9

[0514] 用于图14/15的表1

表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
M8	-760.70350941	0.00261095	-690.41137663	0.00291701	REFL
M7	1660.51779822	-0.00120425	351.41973469	-0.00569210	REFL
M6	22413.77181938	-0.00002294	-20325.26887942	0.00038276	REFL
M5	-61404.35325763	0.00000694	6970.73341488	-0.00134567	REFL
M4	-1968.89132935	0.00100852	-1867.99412600	0.00107840	REFL
M3	-8443.92486351	0.00004792	-8485.60225377	0.00116489	REFL
M2	-2785.90885659	0.00017702	2068.91589871	-0.00392049	REFL
M1	19049.58074618	-0.00009999	-1346.04479234	0.00156005	REFL

[0516] 用于图14/15的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-760.70350940	1660.51779800	22413.77182000

C7	-2.33007014e-08	2.88578547e-07	2.2753674e-07
C9	-1.18967539e-08	-3.88069638e-07	-1.7457017e-07
C10	-2.72776659e-11	1.49271555e-09	6.68609309e-10
C12	-7.0442837e-11	5.59222539e-09	-3.8203442e-10
C14	-2.75271127e-11	6.67807776e-09	-5.77862714e-10
C16	-2.23080012e-14	1.04050752e-12	-3.23543892e-12

系数	M8	M7	M6
C18	-4.50583763e-14	-4.27223388e-12	8.34265088e-13
C20	-1.4274792e-14	-1.06939915e-11	-2.23351616e-12
C21	-7.56087206e-17	4.59226247e-15	-3.59682046e-15
C23	-2.39764985e-16	3.8987218e-14	1.13689144e-14
C25	-2.30791712e-16	1.29791609e-13	-6.73241398e-16
C27	-6.65038444e-17	1.43884373e-13	-9.82855694e-15
C29	-2.53005387e-20	1.04942825e-17	2.27512685e-17
C31	-1.01909319e-19	1.61698231e-17	-3.69216305e-17
C33	-9.10891737e-20	-1.87239071e-16	-9.10355957e-20
C35	-2.22321038e-20	-3.6078348e-16	-4.66136303e-17
C36	-1.15852474e-22	2.8817043e-20	1.65439247e-19
C38	-6.28157898e-22	3.07592107e-19	-6.87738716e-22
C40	-9.6788962e-22	1.31683563e-18	1.27689461e-19
C42	-6.41461387e-22	3.2410417e-18	-8.59875947e-22
[0518] C44	-1.5313164e-22	3.93814067e-18	-2.18742961e-19
C46	-1.13873934e-25	1.33094976e-22	-8.48120432e-22
C48	-2.12040282e-25	-1.87148715e-22	8.70636092e-22
C50	-3.26381834e-25	-2.12882905e-21	5.2058061e-22
C52	-1.88634319e-25	-8.06669662e-21	1.43430743e-22
C54	-3.77802198e-26	-1.65415378e-20	-8.35116913e-22
C55	-2.78299672e-28	1.62987882e-25	-1.26276164e-23
C57	-1.13733455e-27	3.09234722e-24	-1.06004981e-23
C59	-2.50973358e-27	2.05233308e-23	-1.18561349e-23
C61	-2.36012273e-27	6.71690321e-23	-4.77169105e-25
C63	-1.07735394e-27	1.14300682e-22	2.74390777e-25
C65	-1.68978578e-28	8.85821016e-23	-3.96110871e-24
C67	1.51915362e-32	-2.32859315e-27	8.22294799e-26
C69	-5.49655364e-31	1.39198769e-26	-4.76626411e-26
C71	-1.02066385e-30	6.61474215e-26	-9.93012444e-26
C73	-1.18308652e-30	4.75522732e-26	-6.29472298e-26

系数	M8	M7	M6
C75	-5.84567673e-31	-7.56976341e-26	-5.49230676e-27
C77	-1.06877542e-31	6.97381799e-26	-4.17957059e-26
C78	-6.57287449e-34	-1.11031193e-30	5.04699814e-28
C80	-4.98973258e-33	-3.42075816e-29	3.32058589e-28
C82	-1.47067638e-32	-1.97911989e-28	1.10888783e-27
C84	-2.39766693e-32	-8.4948077e-28	9.24713394e-29
C86	-2.10528972e-32	-4.47266704e-28	-1.36080649e-28
C88	-9.49212101e-33	3.40835449e-27	-3.22056057e-29
C90	-1.85536567e-33	6.09359424e-27	-3.22300574e-28
C92	1.14904466e-37	4.55084533e-32	-2.32548127e-30
C94	-3.94852331e-37	-6.02019105e-32	2.65660093e-30
C96	-6.82573646e-37	-1.80150194e-30	4.77721528e-30
C98	3.49439171e-37	-6.96859581e-30	4.3682388e-30
C100	8.37743218e-37	-2.35053497e-29	1.52429646e-30
[0519] C102	4.22187524e-37	-7.01661753e-29	-1.0247849e-31
C104	1.07716944e-37	-9.6147079e-29	-1.20989386e-30
C105	7.66857985e-40	4.18651817e-35	-8.36182433e-33
C107	5.95979105e-39	1.31671069e-33	-3.54017002e-33
C109	2.67422787e-38	9.8779453e-33	-4.83481101e-32
C111	6.45464453e-38	5.60289315e-32	-8.16147728e-33
C113	8.78194876e-38	1.58284154e-31	1.4522278e-32
C115	6.57244583e-38	2.85637687e-31	5.61495185e-33
C117	2.60731766e-38	4.34645199e-31	-2.42083693e-34
C119	4.80920542e-39	4.05075079e-31	-1.74525827e-33
C121	-7.24465698e-43	0	0
C123	-5.06090521e-42	0	0
C125	-2.11201601e-41	0	0
C127	-3.93520662e-41	0	0
C129	-4.26707116e-41	0	0
C131	-2.6866198e-41	0	0

	系数	M8	M7	M6
	C133	-9.02589569e-42	0	0
	C135	-1.35713124e-42	0	0
	C136	-6.18315205e-45	0	0
	C138	-5.64222317e-44	0	0
[0520]	C140	-2.25923694e-43	0	0
	C142	-5.2742383e-43	0	0
	C144	-7.72344846e-43	0	0
	C146	-7.07223784e-43	0	0
	C148	-3.9358099e-43	0	0
	C150	-1.23782731e-43	0	0
	C152	-1.76195917e-44	0	0

[0521] 用于图14/15的表3a

	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-61404.35326000	-1968.89132900	-8443.92486400
	C7	-1.68207907e-07	-9.69253223e-08	-1.61488272e-08
	C9	-1.68739886e-07	-4.92868764e-07	2.12423419e-08
	C10	1.37381131e-10	-4.29245796e-12	-3.01016486e-11
[0522]	C12	1.73273328e-10	2.8015583e-10	-3.01270218e-11
	C14	3.39901777e-10	2.62958278e-09	-3.12591627e-11
	C16	-2.02771855e-13	-6.55098858e-14	5.94264568e-14
	C18	-2.74086745e-13	-2.19243624e-12	1.84091903e-14
	C20	-1.11184944e-12	-1.64987945e-11	2.75233054e-14
	C21	-1.66473292e-16	5.11085588e-18	5.26119437e-17
	C23	-1.53971529e-16	5.55797544e-16	-6.75020173e-17
	C25	-1.4400902e-16	1.63350353e-14	-5.16160437e-17
	C27	2.78000528e-15	1.23712765e-13	-3.82616113e-17

系数	M5	M4	M3
C29	-4.21493833e-19	-8.59118066e-20	-6.89623715e-20
C31	1.37929257e-18	-5.35246837e-18	6.50922922e-20
C33	7.35166575e-18	-1.3798481e-16	5.66413099e-20
C35	-2.94790982e-17	-8.56072868e-16	4.52051441e-20
C36	-3.95620249e-21	3.9780575e-23	-1.10791979e-21
C38	7.20372936e-21	1.07488208e-21	-3.83039519e-22
C40	-3.66632457e-20	7.37896563e-20	-8.63659651e-23
C42	1.11889421e-19	1.33985205e-18	-9.65351264e-23
C44	-2.23316105e-19	5.21035424e-18	-6.41320506e-23
C46	6.98222374e-23	4.14830144e-25	9.00262127e-25
C48	1.89025842e-23	-2.64909189e-23	1.42487114e-24
C50	-6.54336013e-22	-9.0106405e-22	3.32110828e-25
C52	2.37305051e-21	-6.69630166e-21	1.54439296e-25
C54	-2.44135026e-21	-4.36511688e-20	7.91478948e-26
[0523] C55	3.57408258e-26	6.04631528e-29	4.61140016e-27
C57	-5.70542383e-25	-2.22061343e-27	1.19061262e-26
C59	2.23346131e-24	-3.29453086e-25	-2.43403831e-27
C61	-1.08608159e-23	-3.59843538e-24	-1.04602448e-27
C63	4.01727698e-23	1.17803737e-22	-3.01269966e-28
C65	-3.08466704e-23	1.2589272e-21	-9.07944125e-29
C67	-9.09279986e-28	-2.73791414e-30	-1.05225381e-29
C69	1.84008908e-28	1.67755413e-28	-3.76114547e-29
C71	2.98171505e-26	7.89504238e-27	1.08887944e-30
C73	-1.45773298e-25	1.37144291e-25	9.62125603e-31
C75	5.4755988e-25	-1.75156336e-24	4.40838424e-31
C77	-6.88817386e-25	0	1.65923732e-31
C78	-1.93722111e-31	-6.27481076e-34	-4.32487572e-32
C80	8.17303266e-30	2.11008905e-32	-1.14299001e-31
C82	-6.67999871e-29	5.2310253e-30	4.65450563e-32
C84	2.67006152e-28	3.0291707e-28	8.73563385e-33

	系数	M5	M4	M3
	C86	-1.53075751e-27	2.20926318e-27	1.52319789e-33
	C88	5.16885409e-27	2.74028858e-27	-7.11278706e-34
	C90	-8.23017746e-27	0	-4.3534126e-34
	C92	9.28021791e-33	1.61499153e-35	3.4340304e-34
	C94	1.69089847e-32	-8.96493937e-34	3.93253353e-34
	C96	-3.39525427e-31	-7.08991192e-32	-4.73501064e-35
	C98	1.66641579e-30	-3.0950904e-30	-2.05074664e-35
	C100	-9.51326703e-30	-9.26698789e-29	-2.50411785e-36
[0524]	C102	2.94059028e-29	0	1.04321451e-36
	C104	-4.69127888e-29	0	6.43577491e-37
	C105	-1.7696216e-36	4.64103982e-39	-1.04049749e-37
	C107	-8.97432009e-35	2.19653265e-38	-4.82828467e-37
	C109	5.43884259e-34	-1.60384827e-35	-3.57026561e-37
	C111	-8.8263867e-34	-2.16883676e-33	6.55702741e-38
	C113	5.276912e-33	-4.68627022e-32	6.67841412e-39
	C115	-2.42873892e-32	-1.04759785e-30	8.77078073e-40
	C117	7.30432753e-32	0	-6.91810729e-40
	C119	-1.02386637e-31	0	-3.62760873e-40
[0525]	用于图14/15的表3b			
	系数	M2	M1	
	KY	0.00000000	0.00000000	
	KX	0.00000000	0.00000000	
	RX	-2785.90885700	19049.58075000	
[0526]	C7	1.02179797e-07	-1.83712276e-07	
	C9	2.08877338e-07	-4.58660126e-08	
	C10	-2.19824304e-10	-1.67890734e-11	
	C12	-4.14802496e-10	4.67483698e-11	
	C14	9.46958508e-10	1.1339512e-11	

系数	M2	M1
C16	6.64712822e-13	-2.5185941e-13
C18	1.1708882e-13	-6.01722521e-13
C20	2.83635538e-12	-4.88209081e-14
C21	2.7928674e-16	-2.02129522e-18
C23	1.42351482e-15	-7.27365863e-16
C25	-1.92431341e-15	4.83885181e-16
C27	8.77128791e-15	-1.97905684e-17
C29	7.21451366e-18	-1.28398658e-18
C31	6.30102696e-18	9.94551948e-19
C33	3.50555759e-18	1.88504443e-18
C35	3.12699312e-17	1.06434779e-19
C36	-3.68339425e-20	-2.27688495e-21
C38	3.61485045e-20	-1.70028002e-20
C40	5.05283454e-21	-1.07042666e-20
[0527] C42	1.99680032e-21	1.04162271e-20
C44	1.24570222e-19	-1.55097266e-21
C46	-3.21749539e-22	5.12417577e-23
C48	1.68890864e-22	-3.98185412e-23
C50	1.15552342e-24	-5.91175233e-23
C52	-1.84254516e-23	-1.14320553e-22
C54	3.61172897e-22	-6.223901e-23
C55	2.57524069e-25	1.13131912e-25
C57	-1.72472199e-24	8.57655135e-25
C59	2.79637731e-25	2.11373459e-24
C61	-2.11635905e-24	2.45014709e-25
C63	-3.38605775e-24	-5.95868212e-25
C65	-5.51007018e-25	-8.97281776e-26
C67	1.78442615e-27	-3.12729249e-28
C69	-4.68488975e-27	1.28492955e-26
C71	1.54333938e-26	2.09200168e-26

	系数	M2	M1
	C73	1.94658666e-26	1.65108524e-26
	C75	6.09850146e-27	7.04786074e-27
	C77	4.18619136e-27	4.5184573e-27
	C78	1.54200314e-31	-1.32478619e-30
	C80	6.95048519e-30	2.51954717e-29
	C82	-3.04720781e-29	-3.83569962e-29
	C84	5.24989858e-29	-4.69742338e-30
	C86	2.04128459e-28	4.07157123e-29
	C88	2.00406824e-28	3.07404295e-29
	C90	9.4685541e-29	1.13319109e-29
	C92	3.87396229e-32	-6.19892982e-32
[0528]	C94	6.51760335e-32	-6.54903162e-31
	C96	-2.20158879e-31	-1.35223368e-30
	C98	-3.33335228e-31	-1.59978619e-30
	C100	-1.8982851e-31	-9.29567239e-31
	C102	2.55028572e-32	-2.74472497e-31
	C104	9.15729393e-32	-1.39144572e-31
	C105	1.54616461e-35	-4.43620458e-35
	C107	2.57448706e-34	-2.24105011e-33
	C109	4.15070906e-34	-4.2791598e-33
	C111	-4.57189383e-34	-5.88226204e-33
	C113	-2.7712617e-33	-7.99527615e-33
	C115	-5.61503186e-33	-4.25467966e-33
	C117	-3.62496099e-33	-1.32244101e-33
	C119	-9.3965259e-34	-5.41759129e-34
[0529]	用于图14/15的表3c		
	表面	DCX	DCY
[0530]	像面	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	1.58228046
			644.46684396

	表面	DCX	DCY	DCZ
	M7	0.00000000	-130.94320893	86.28913162
	M6	-0.00000000	79.00389588	1146.86693841
	M5	-0.00000000	315.04839618	1400.80720652
[0531]	M4	-0.00000000	708.31755783	1568.71377057
	M3	-0.00000000	-353.76795180	1371.20626759
	M2	-0.00000000	-1004.08161985	938.25663352
	光阑	-0.00000000	-1059.88207749	829.40621334
	M1	-0.00000000	-1419.83403251	171.07007671
	物面	-0.00000000	-1596.59832123	1556.09991381

[0532] 用于图14/15的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-6.87697088	0.00000000	-0.00000000
	M7	167.05654494	0.00000000	-0.00000000
	M6	63.67723779	-0.00000000	0.00000000
[0533]	M5	37.03218867	-0.00000000	-0.00000000
	M4	-72.57292341	0.00000000	-0.00000000
	M3	21.99697785	-0.00000000	-0.00000000
	M2	47.89820238	-0.00000000	0.00000000
	光阑	33.48047202	-0.00000000	180.00000000
	M1	169.48262671	0.00000000	-0.00000000
	物面	1.44970929	-0.00000000	0.00000000

[0534] 用于图14/15的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	6.74473267	0.66088293
[0535]	M7	1.02118653	0.66560218
	M6	75.10308995	0.80563416
	M5	77.68931628	0.84631558

	表面	入射角 [度]	反射率
	M4	6.86410776	0.66070326
[0536]	M3	78.32667965	0.85548939
	M2	75.72513685	0.81598083
	M1	17.74444012	0.62654454
	总传输率		0.0867

[0537] 用于图14/15的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-0.00000000	88.44258973	0.00000000
	24.64699112	87.07599581	0.00000000
	48.84374950	83.04125797	0.00000000
	72.13433069	76.52735358	0.00000000
	94.05344206	67.82941768	0.00000000
	114.12656538	57.32195581	0.00000000
	131.87509715	45.42746439	0.00000000
	146.82707628	32.58529760	0.00000000
	158.53331961	19.22513587	0.00000000
	166.58810289	5.74816752	0.00000000
[0538]	170.65260767	-7.48326159	0.00000000
	170.47874487	-20.14984875	0.00000000
	165.93088822	-31.97720096	0.00000000
	157.00305460	-42.73762190	0.00000000
	143.82941376	-52.25207120	0.00000000
	126.68708163	-60.39119625	0.00000000
	105.99130912	-67.07383413	0.00000000
	82.28375334	-72.26173300	0.00000000
	56.21483844	-75.94958583	0.00000000
	28.52131067	-78.15089981	0.00000000
	0.00000000	-78.88229478	0.00000000
	-28.52131067	-78.15089981	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-56.21483844	-75.94958583	0.00000000
	-82.28375334	-72.26173300	0.00000000
	-105.99130912	-67.07383413	0.00000000
	-126.68708163	-60.39119625	0.00000000
	-143.82941376	-52.25207120	0.00000000
	-157.00305460	-42.73762190	0.00000000
	-165.93088822	-31.97720096	0.00000000
	-170.47874487	-20.14984875	0.00000000
[0539]	-170.65260767	-7.48326159	0.00000000
	-166.58810289	5.74816752	0.00000000
	-158.53331961	19.22513587	0.00000000
	-146.82707628	32.58529760	0.00000000
	-131.87509715	45.42746439	0.00000000
	-114.12656538	57.32195581	0.00000000
	-94.05344206	67.82941768	0.00000000
	-72.13433069	76.52735358	0.00000000
	-48.84374950	83.04125797	0.00000000
	-24.64699112	87.07599581	0.00000000

[0540] 用于图14/15的表6

[0541] 投射光学单元31的总反射率为8.67%。

[0542] 投射光学单元31具有像侧数值孔径为0.6。像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。像场8以曲率半径如20.28mm关于y轴对称弯曲。因此,投射光学单元31具有弧形场且无矩形场。投射光学单元31针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0543] 投射光学单元31具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2及M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个接着另一个的反射镜对。投射光学单元31具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0544] 在投射光学单元31中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0545] 投射光学单元31具有缩小成像比例为 $\beta=8.00$ 。

[0546] 主光线16在物面5中的入射角为 6.3° 。

[0547] 在图14的子午截面中,主光线以发散方式在物场4与反射镜M1之间延伸。在yz平面中,投射光学单元31的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4前方的-3500mm。在xz平

面(见图15)中,入射光瞳在投射光学单元31的成像光束路径中位于物场之后的2100mm。

[0548] 在xz截面(见图15)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0549] 物场4与像场8之间的z距离大约为1600mm。

[0550] 物/像偏移(d_{0IS})大约为1560mm。

[0551] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是61mm。

[0552] 在投射光学单元31中,波前像差的扫描RMS值最多为 $8m\lambda$,及平均为 $7m\lambda$ 。

[0553] 最大畸变值在x方向上最多为0.12nm,在y方向上最多为0.08nm。x方向的远心值在像场侧最多为0.61mrad,y方向的远心值在像场侧最多为1.16mrad。

[0554] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角 [度]	18.4	78.2	79.3	10.8	82.3	78.9	18.8	7.3
[0555] 反射镜范围 (x) [mm]	245.4	366.0	506.8	606.2	426.9	218.7	323.2	804.5
反射镜范围 (y) [mm]	246.9	252.0	795.8	84.5	175.8	270.5	173.3	788.5
最大反射镜直径[mm]	252.6	366.3	803.8	606.2	426.9	281.1	323.4	805.8

[0556] 用于图14/15的表7

[0557] 在yz平面(图14)中的反射镜M5上反射的区域中的光束路径中,以及在xz平面(图15)中的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。

[0558] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。

[0559] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其他反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。

[0560] 反射镜M1、M3、M4、M6及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M5及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0561] 图15A显示在投射光学单元31的各由照明光3所撞击的反射镜M1至M8上的表面边缘轮廓,即,反射镜M1至M8的所谓覆盖区(footprint)。这些边缘轮廓各以x/y曲线图描绘,x/y曲线图对应于相应反射镜M1至M8的局部x及y坐标。这些示图按真实比例绘制,单位为毫米。反射镜M1、M2、M6及M8具有无异于值1或仅与值1稍微偏离的x/y长宽比。反射镜M3具有x/y长宽比大约为0.55。反射镜M4具有x/y长宽比大约为7.5。反射镜M5具有x/y长宽比大约为2.5。反射镜M7具有x/y长宽比大约为2。

[0562] 下文基于图16及17说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元32的又一实施例。相同参考符号相应地代表上文在图1至15的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图16显示投射光学单元32的子午截面。图17显示投射光学单元32的弧矢视图。

[0563] 投射光学单元32具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0564] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元32的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

	示例性实施例	图 16/17
[0565]	NA	0.63
	波长	13.5 nm
	场尺寸_x	13.0 mm
	场尺寸_y	1.2 mm
[0566]	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	S9

[0567] 用于图16/17的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0568]	M8	-931.70840871	0.00212869	-869.27604763	0.00232012	REFL
	M7	2483.73117622	-0.00080462	590.74829460	-0.00338815	REFL
	M6	4073.92459627	-0.00009230	18265.52467135	-0.00058241	REFL
	M5	7333.37887582	-0.00006439	2756.23195835	-0.00307339	REFL
	M4	-2343.60828683	0.00084551	-1275.30707722	0.00158285	REFL
	M3	-8176.83666005	0.00004510	-22705.81965249	0.00047771	REFL
	M2	-2347.82420977	0.00014956	5323.37610244	-0.00213994	REFL
	M1	7536.03761813	-0.00025355	-1766.43613919	0.00118510	REFL

[0569] 用于图16/17的表2

	系数	M8	M7	M6
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	-931.70840870	2483.73117600	4073.92459600
	C7	-2.91071984e-08	1.03086086e-08	1.42663812e-08
	C9	-1.4873513e-08	-2.95346773e-07	-1.46095442e-08
[0570]	C10	-1.35088934e-11	7.46509583e-10	1.66564805e-10
	C12	-3.04656958e-11	1.97488711e-09	4.76376807e-11
	C14	-1.4685502e-11	1.96447383e-09	-6.83009219e-11
	C16	-2.0880499e-14	-2.54564229e-13	-4.64702132e-13
	C18	-3.50367731e-14	-1.15902664e-12	4.62582078e-14
	C20	-1.30121192e-14	-2.52789708e-12	-2.03948925e-13
	C21	-2.58185385e-17	1.1522247e-15	-2.7157107e-17
	C23	-7.74145665e-17	7.55596284e-15	9.77435168e-16

系数	M8	M7	M6
C25	-7.78695864e-17	1.95378488e-14	2.0332385e-16
C27	-2.47396927e-17	1.84775168e-14	-6.22309514e-16
C29	-1.76814258e-20	2.09437366e-18	-1.49864939e-19
C31	-5.60530841e-20	5.96908377e-19	-9.33357714e-19
C33	-4.97811363e-20	-2.08627141e-17	3.07259452e-19
C35	-1.3997665e-20	-3.46362367e-17	-1.96498619e-18
C36	-3.36480331e-23	5.9536477e-21	-5.41486656e-21
C38	-1.43652378e-22	3.57217041e-20	-2.3879585e-21
C40	-2.19649946e-22	1.05418252e-19	1.2923996e-21
C42	-1.50444552e-22	2.35618312e-19	-1.0808335e-21
C44	-3.74578417e-23	1.91215151e-19	-6.45753285e-21
C46	-3.13089528e-26	-3.39340782e-23	-3.83895365e-23
C48	-7.18534794e-26	-6.31648018e-23	-1.051438e-22
C50	-1.09073223e-25	-3.26404881e-22	-2.85984644e-23
[0571] C52	-6.83064745e-26	-9.21698689e-22	-1.08466535e-23
C54	-1.42936475e-26	-6.02090954e-22	-2.26713596e-23
C55	-1.98418542e-29	-2.78722687e-26	1.37273683e-25
C57	-1.18366952e-28	4.63896896e-26	4.78797534e-25
C59	-2.85319764e-28	8.94639444e-25	2.0872644e-25
C61	-2.84788816e-28	2.79795669e-24	4.69038748e-27
C63	-1.29159985e-28	3.56080821e-24	-5.79635406e-28
C65	-2.10189947e-29	2.1127208e-24	-8.21926722e-26
C67	-2.32273683e-32	4.1958734e-28	3.52289657e-27
C69	-2.40813769e-31	6.21640783e-28	6.54476369e-27
C71	-4.32683743e-31	5.44469541e-27	1.39064733e-27
C73	-4.15492269e-31	1.39187594e-26	3.08809486e-28
C75	-1.90762176e-31	2.23223868e-26	2.68993428e-28
C77	-3.53653344e-32	6.58181727e-27	-2.56565757e-28
C78	-1.28401944e-34	4.22239739e-31	-5.6263208e-30
C80	-8.00611222e-34	1.4969115e-30	-3.65636379e-29

系数	M8	M7	M6
C82	-2.08044469e-33	9.27586881e-31	-2.82097568e-29
C84	-2.99812506e-33	-2.81205697e-29	1.23362854e-30
C86	-2.44765003e-33	-5.59224504e-29	3.32486225e-31
C88	-1.08671322e-33	-1.78093061e-29	1.1699384e-30
C90	-2.11573397e-34	5.14032892e-29	-5.63928364e-31
C92	3.23220481e-38	-2.38769667e-33	-5.74687656e-32
C94	3.21925323e-37	-3.11471422e-33	-1.32786862e-31
C96	7.57126123e-37	-6.66791486e-32	-4.22660394e-32
C98	9.69365768e-37	-2.934094e-31	9.32991054e-34
C100	7.04923179e-37	-6.52696174e-31	-6.22093735e-33
C102	2.62042917e-37	-1.04820586e-30	2.08603643e-33
C104	4.07988929e-38	-7.5774402e-31	-7.31578585e-34
C105	1.66061587e-40	-4.99206036e-37	8.05574038e-35
C107	1.25271974e-39	5.59249922e-36	6.75124517e-34
[0572] C109	4.10714369e-39	6.2048029e-35	7.7682584e-34
C111	7.47611007e-39	6.35194423e-34	-4.50825615e-36
C113	8.28548592e-39	2.16520675e-33	-3.39262679e-35
C115	5.5390038e-39	3.67754227e-33	-1.22938875e-35
C117	2.08161823e-39	4.05364531e-33	1.44193642e-36
C119	3.61466995e-40	2.14759918e-33	-4.15418675e-37
C121	-1.7470143e-43	0	0
C123	-1.24194664e-42	0	0
C125	-3.89205838e-42	0	0
C127	-6.57194445e-42	0	0
C129	-6.52993268e-42	0	0
C131	-3.87022353e-42	0	0
C133	-1.24875231e-42	0	0
C135	-1.70148907e-43	0	0
C136	-3.91176552e-46	0	0
C138	-3.37053804e-45	0	0

	系数	M8	M7	M6
	C140	-1.30298939e-44	0	0
	C142	-2.82508364e-44	0	0
[0573]	C144	-3.81978621e-44	0	0
	C146	-3.31582016e-44	0	0
	C148	-1.79377138e-44	0	0
	C150	-5.55598461e-45	0	0
	C152	-7.76672874e-46	0	0

[0574] 用于图16/17的表3a

	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	7333.37887600	-2343.60828700	-8176.83666000
	C7	-8.06007218e-08	-3.48950166e-08	4.05927788e-09
	C9	-2.08509486e-07	8.94289204e-08	1.77611145e-08
	C10	4.87512053e-11	-3.68853182e-12	-2.10548784e-12
	C12	6.98533228e-11	-1.68926357e-12	-1.81838078e-11
	C14	7.56830797e-10	-7.16019789e-10	-1.28620718e-11
[0575]	C16	-4.21056731e-14	-9.71341862e-15	1.51233551e-14
	C18	2.16257556e-13	1.0109964e-13	2.12796111e-14
	C20	-2.45524747e-12	2.43722256e-12	1.97634161e-14
	C21	-1.00355924e-16	1.46336047e-18	-3.64595782e-17
	C23	-8.60207099e-17	-7.86037179e-18	-1.04353271e-17
	C25	-1.04377426e-15	-4.99679238e-16	-4.48160081e-17
	C27	9.80765672e-15	-7.9361522e-15	-2.3137161e-17
	C29	5.00768352e-20	-1.44519643e-20	-1.3579059e-21
	C31	-4.94223102e-19	3.37633547e-20	5.80350123e-20
	C33	7.13421062e-18	8.97303449e-19	6.79018066e-20

系数	M5	M4	M3
C35	-4.57055281e-17	-2.14705684e-16	3.32978205e-20
C36	6.29537322e-22	-5.41983346e-24	2.94852673e-22
C38	4.56244955e-21	8.73176771e-25	2.28099588e-23
C40	-5.65666291e-22	-4.49558052e-21	-7.30396947e-23
C42	-1.97093015e-20	-5.08595618e-19	-7.04354696e-23
C44	2.25870745e-19	-1.86162624e-18	-6.57401088e-23
C46	-4.76975597e-25	3.18692569e-26	-5.31469542e-25
C48	-2.62153771e-23	7.33616878e-26	-1.56666314e-25
C50	-8.35149543e-23	-3.1998671e-22	1.17242589e-25
C52	2.06972807e-22	1.67741969e-22	4.56588177e-25
C54	-8.42020489e-22	1.29228647e-19	1.50592072e-25
C55	-8.54723421e-27	3.09703897e-29	-2.51969622e-27
C57	-2.15095808e-26	-1.45976138e-27	1.12593984e-27
C59	2.73391474e-25	-7.44808008e-26	-6.80649268e-28
[0576] C61	5.18559089e-25	3.81005555e-24	-3.08355376e-27
C63	-2.47889841e-24	3.09020753e-22	-1.76838539e-27
C65	5.34614791e-25	1.92266397e-21	-1.90865204e-29
C67	-2.25910931e-30	-4.54679793e-31	4.05531645e-30
C69	1.74490344e-28	-3.06527261e-29	5.09507467e-30
C71	-9.47792011e-28	3.40412751e-27	1.35919614e-29
C73	-1.28041726e-27	2.17008338e-25	1.12809097e-29
C75	1.16717661e-26	5.05227073e-24	1.33613049e-31
C77	2.41916614e-26	1.23707257e-24	2.90705483e-31
C78	4.99191675e-32	-2.63305732e-35	6.4801327e-33
C80	2.40587164e-31	5.98530383e-33	-2.08464487e-32
C82	-1.49661977e-30	9.35640119e-31	-4.42072324e-32
C84	-5.16969383e-30	7.40737374e-29	-3.85234173e-32
C86	2.80547586e-29	2.36087579e-27	-8.47384767e-34
C88	-5.66097673e-29	3.80301606e-26	1.2873158e-33
C90	-1.65077574e-28	-1.84363909e-25	-2.11409931e-33

	系数	M5	M4	M3
	C92	-9.95571829e-35	1.28242738e-36	-2.84775083e-36
	C94	-2.55937997e-33	3.19723428e-34	6.69265283e-35
	C96	1.72531216e-32	1.04943712e-32	9.69063033e-35
	C98	1.30347826e-32	3.93847703e-31	5.84595971e-36
	C100	-1.82235259e-31	1.39933265e-29	-2.43085728e-35
	C102	3.33993384e-31	1.0462556e-28	1.45322044e-35
[0577]	C104	3.61923001e-31	-1.37953609e-27	2.87194159e-37
	C105	-9.27081346e-38	-3.28332618e-41	-3.88255253e-39
	C107	5.90554811e-37	1.77805509e-38	-1.21407691e-39
	C109	5.75559924e-36	1.9649268e-36	-7.40697936e-38
	C111	-6.21170396e-35	-1.27239557e-35	-7.22725357e-38
	C113	1.18750818e-34	1.69960241e-33	8.51832143e-38
	C115	1.0492163e-34	2.21579419e-32	-3.56423101e-38
	C117	-4.95984269e-34	6.99631983e-32	1.79158311e-39
	C119	-2.2869355e-34	-3.11861224e-30	-3.49739868e-40

[0578] 用于图16/17的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
	RX	-2347.82421000	7536.03761800
[0579]	C7	-7.03485497e-08	-1.86250955e-07
	C9	9.59401595e-09	-5.82539372e-08
	C10	-8.37768666e-11	-2.02011333e-11
	C12	-2.254116e-10	5.08465307e-11
	C14	1.12290556e-11	-1.50961208e-11
	C16	1.29016905e-13	-1.19111437e-13
	C18	1.01010377e-13	-2.20807707e-13
	C20	5.5795716e-14	-4.18443714e-14

系数	M2	M1
C21	-8.62874665e-17	1.04483703e-16
C23	-2.60494693e-16	4.60051315e-17
C25	-4.92392033e-17	-1.435823e-16
C27	1.25996639e-16	-6.05169215e-18
C29	6.11488553e-19	7.87050699e-19
C31	4.24373257e-19	1.12622911e-19
C33	2.22031302e-19	2.89213141e-19
C35	1.26284752e-19	2.81920022e-19
C36	-1.33244714e-21	-1.46603103e-21
C38	-6.52230969e-22	-6.37096287e-21
C40	-1.36827685e-21	-1.09951069e-21
C42	-1.19387383e-21	-2.71718561e-21
C44	4.6650984e-23	8.53547123e-23
C46	-9.78213588e-24	-3.184402e-23
[0580] C48	2.1349715e-24	-4.73107403e-23
C50	2.30513651e-24	-8.85417497e-23
C52	-1.30422404e-24	-2.08672516e-23
C54	2.56099182e-24	-1.11997994e-23
C55	-2.01832009e-27	6.22382668e-26
C57	-2.09810378e-26	3.74797998e-25
C59	4.07233629e-29	5.10816825e-26
C61	3.6325349e-26	-9.00558717e-26
C63	1.56403725e-26	1.07987651e-25
C65	8.21661731e-27	5.68528189e-26
C67	7.63814345e-29	7.63520422e-28
C69	5.02221412e-30	1.3232798e-27
C71	1.77729214e-29	5.33156044e-27
C73	2.79158365e-29	4.63514451e-27
C75	2.53015945e-29	1.30513775e-27
C77	-1.4759564e-29	3.5264471e-28

系数		M2	M1	
	C78	3.46417745e-32	-5.78316004e-31	
	C80	1.45159699e-31	-1.10067449e-29	
	C82	9.0694834e-32	-1.42216857e-31	
	C84	-6.89700486e-31	1.16109131e-29	
	C86	-7.49364228e-31	1.17727865e-29	
	C88	-1.7339254e-31	-2.80482217e-30	
	C90	-4.47739797e-32	-2.81074177e-30	
	C92	-1.81662263e-34	-6.13529779e-33	
	C94	1.28959854e-34	-4.08542518e-33	
	C96	4.86782417e-35	-7.56607259e-32	
[0581]	C98	4.67335248e-35	-1.27523429e-31	
	C100	6.049461e-34	-8.28428683e-32	
	C102	1.19416219e-34	-1.88207341e-32	
	C104	2.22522278e-34	-5.85049322e-33	
	C105	-1.53243521e-37	-5.49967483e-36	
	C107	-6.52477544e-37	1.45163725e-34	
	C109	-1.61717488e-36	8.41098542e-36	
	C111	3.3725318e-36	-2.0054224e-34	
	C113	8.27472276e-36	-4.23023623e-34	
	C115	6.99221137e-36	-2.55382174e-34	
	C117	1.36584295e-36	2.10184113e-36	
	C119	5.55470158e-37	3.89090885e-35	
[0582]	用于图16/17的表3c			
	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.00000000	784.93663307
[0583]	M7	0.00000000	-179.68746470	105.44220179
	M6	0.00000000	55.20438485	1396.55879809
	M5	0.00000000	268.65063753	1738.35972839

	表面	DCX	DCY	DCZ
	M4	0.00000000	722.06496295	2007.61241376
	M3	-0.00000000	-674.41946224	1630.11468301
[0584]	M2	-0.00000000	-1315.57939299	1157.79929585
	光阑	-0.00000000	-1561.97639547	784.10794177
	M1	-0.00000000	-1988.27617201	137.57190792
	物面	-0.00000000	-2017.39023229	1874.54221542

[0585] 用于图16/17的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-7.40619844	0.00000000	-0.00000000
	M7	167.43829886	-0.00000000	-0.00000000
	M6	68.85261659	0.00000000	-0.00000000
	M5	44.35975235	0.00000000	-0.00000000
[0586]	M4	-67.08503447	0.00000000	-0.00000000
	M3	25.75208383	-0.00000000	-0.00000000
	M2	46.48912783	-0.00000000	0.00000000
	光阑	-33.39924707	180.00000000	0.00000000
	M1	163.78051035	0.00000000	-0.00000000
	物面	-5.37252548	-0.00000000	0.00000000

[0587] 用于图16/17的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	7.40619844	0.65984327
	M7	2.25069574	0.66521806
	M6	79.16362199	0.86711124
[0588]	M5	76.34351377	0.82589579
	M4	7.78830058	0.65919310
	M3	79.37458111	0.86997104
	M2	79.88837490	0.87682901

	表面	入射角 [度]	反射率
[0589]	M1	17.17975742	0.62938643
	总传输率		0.0995
[0590]	用于图16/17的表5		
	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-64.68191562	0.00000000
	33.53875145	-63.83359071	0.00000000
	66.38499140	-61.30381759	0.00000000
	97.85010336	-57.13847210	0.00000000
	127.25390981	-51.41487055	0.00000000
	153.93066205	-44.24293063	0.00000000
	177.23821823	-35.76660175	0.00000000
	196.57137775	-26.16552395	0.00000000
	211.37968084	-15.65654763	0.00000000
	221.18976357	-4.49338596	0.00000000
	225.63064082	7.03803149	0.00000000
	224.45920695	18.62872113	0.00000000
[0591]	217.58261451	29.96013697	0.00000000
	205.07441971	40.72010810	0.00000000
	187.18211570	50.61868899	0.00000000
	164.32450058	59.40103368	0.00000000
	137.07897670	66.85526038	0.00000000
	106.16044703	72.81504783	0.00000000
	72.39462700	77.15696291	0.00000000
	36.68840284	79.79582533	0.00000000
	0.00000000	80.68107104	0.00000000
	-36.68840284	79.79582533	0.00000000
	-72.39462700	77.15696291	0.00000000
	-106.16044703	72.81504783	0.00000000
	-137.07897670	66.85526038	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-164.32450058	59.40103368	0.00000000
	-187.18211570	50.61868899	0.00000000
	-205.07441971	40.72010810	0.00000000
	-217.58261451	29.96013697	0.00000000
	-224.45920695	18.62872113	0.00000000
	-225.63064082	7.03803149	0.00000000
	-221.18976357	-4.49338596	0.00000000
[0592]	-211.37968084	-15.65654763	0.00000000
	-196.57137775	-26.16552395	0.00000000
	-177.23821823	-35.76660175	0.00000000
	-153.93066205	-44.24293063	0.00000000
	-127.25390981	-51.41487055	0.00000000
	-97.85010336	-57.13847210	0.00000000
	-66.38499140	-61.30381759	0.00000000
	-33.53875145	-63.83359071	0.00000000

[0593] 用于图16/17的表6

[0594] 投射光学单元32的总反射率为9.95%。

[0595] 投射光学单元32具有像侧数值孔径为0.63。像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元32针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0596] 投射光学单元32具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2及M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,且各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。投射光学单元32具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0597] 在投射光学单元32中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0598] 投射光学单元32具有缩小成像比例为 $\beta=8.00$ 。

[0599] 主光线16在物面5中的入射角为 6.3° 。

[0600] 在投射光学单元32中,入射光瞳在xz平面及yz平面二者中在成像光束路径中位于物场4的下游。从物场4发出之主光线16的范围因此在图16的子午截面中及图17的视图中均为会聚。

[0601] 在xz截面(见图17)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0602] 物场4与像场8之间的z距离大约为1680mm。

[0603] 物/像偏移(d_{OI})S)大约为2180mm。

- [0604] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是66mm。
- [0605] 在投射光学单元32中,波前像差的扫描RMS值最多为10mλ,及平均为10mλ。
- [0606] 最大畸变值在x方向上最多为0.05nm,在y方向上最多为0.05nm。x方向的远心值在像场侧最多为0.56mrad,y方向的远心值在像场侧最多为0.90mrad。
- [0607] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角 [度]	17.7	83.2	80.6	9.6	79.6	83.6	20.1	9.0
[0608] 反射镜范围 (x) [mm]	303.5	566.4	758.8	892.8	684.3	320.4	428.8	1036.2
反射镜范围(y) [mm]	297.5	442.9	668.0	123.3	268.7	464.1	277.5	1030.7
最大反射镜直径 [mm]	307.4	566.5	882.6	892.8	684.4	465.6	429.0	1042.4

- [0609] 用于图16的表7
- [0610] 在yz平面(图16)中的反射镜M5上反射的区域中的光束路径中及在xz平面(图17)中的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。
- [0611] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。
- [0612] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其它反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。
- [0613] 反射镜M1、M3、M4及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M5、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。
- [0614] 下文基于图18及19说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元33的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至17的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图18显示投射光学单元33的子午截面。图19显示投射光学单元33的弧矢视图。
- [0615] 投射光学单元33具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。
- [0616] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元33的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例	图 18/19
NA	0.55
波长	13.5 nm
[0617] 场尺寸_x	13.0 mm
场尺寸_y	1.2 mm
场曲率	0.0 1/mm
光阑	S9

[0618] 用于图18/19的表1

表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
M8	-670.35797232	0.00296240	-627.58435329	0.00320950	REFL
M7	1745.55712015	-0.00114571	412.50033390	-0.00484870	REFL
M6	4421.01009198	-0.00008931	7185.41512590	-0.00140985	REFL
[0619] M5	15855.02373559	-0.00002796	4171.22179090	-0.00216291	REFL
M4	-1741.78725861	0.00114424	-1057.57554686	0.00189775	REFL
M3	-9485.62754332	0.00002417	-121386.00282485	0.00014374	REFL
M2	-2182.91143597	0.00019422	5519.10498181	-0.00170943	REFL
M1	15030.83113395	-0.00012472	-1265.49778066	0.00168608	REFL

[0620] 用于图18/19的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-670.35797230	1745.55712000	4421.01009200
C7	-4.81288458e-08	-3.55811479e-08	1.10191288e-07
C9	-1.43025013e-08	-2.65021944e-08	6.09862305e-08
C10	-2.9090628e-11	2.00521492e-09	4.47450933e-10
C12	-7.81857726e-11	5.80590938e-09	-4.87603276e-12
C14	-4.02236114e-11	4.94771956e-09	1.0068161e-10
C16	-7.43164532e-14	-1.95204523e-12	-2.12453013e-12
C18	-8.64425143e-14	-5.06245222e-12	7.37281997e-13
C20	-1.71739056e-14	-1.20800077e-13	3.37980344e-13
C21	-1.1968188e-16	4.87171182e-15	-1.08375275e-15
[0621] C23	-3.75329564e-16	4.39287253e-14	8.747056e-15
C25	-3.8109341e-16	1.16541403e-13	2.36512505e-15
C27	-1.19138037e-16	6.70791361e-14	1.37590246e-15
C29	-1.04340624e-19	2.0215171e-17	5.61602094e-18
C31	-2.79317699e-19	4.75537085e-17	-1.60443831e-17
C33	-1.86065365e-19	-1.1064442e-16	1.42151097e-17
C35	-2.70598188e-20	-1.50020521e-17	6.37515084e-18
C36	-2.60850039e-22	5.08968358e-20	-2.32816563e-20
C38	-1.30441247e-21	4.6799942e-19	-4.47727577e-20
C40	-1.96796788e-21	1.10597229e-18	5.12611591e-20
C42	-1.2977623e-21	1.89364881e-18	7.02851213e-20
C44	-3.09054832e-22	9.05751028e-19	2.94917341e-20
C46	-3.15590698e-25	-2.08971584e-22	1.62115204e-22
C48	-6.69894425e-25	1.9553723e-22	-2.33180972e-22
C50	-9.10706455e-25	9.99600993e-22	-1.77260159e-22

系数	M8	M7	M6
C52	-4.09789778e-25	8.73317101e-22	3.10774876e-22
C54	-5.39704308e-26	1.78769324e-21	1.12292429e-22
C55	-6.93874331e-28	-5.67024671e-26	9.56176548e-25
C57	-3.23605914e-27	2.18766705e-26	3.05575248e-24
C59	-7.20445617e-27	6.74742059e-24	4.95411355e-24
C61	-7.31071717e-27	1.7636561e-23	8.45206669e-25
C63	-3.76538565e-27	4.45369389e-23	7.568151e-25
C65	-8.10033369e-28	4.74178513e-23	2.96782466e-25
C67	-3.52005901e-31	3.12504796e-27	3.10279996e-27
C69	-2.88238592e-30	-1.30629101e-27	2.16886937e-26
C71	-4.82651049e-30	-6.24964383e-26	6.07431187e-27
C73	-3.68260801e-30	-4.92689158e-26	-2.84115615e-27
C75	-1.0653794e-30	-5.7005461e-26	7.30804157e-28
C77	5.47094621e-32	-8.75138214e-26	4.6058713e-28
[0622] C78	-2.14791056e-33	9.06722616e-30	-1.033614e-29
C80	-1.60510489e-32	1.35117848e-28	-1.70589275e-28
C82	-3.93788896e-32	5.55787384e-28	-2.81428982e-28
C84	-5.49581485e-32	1.47508315e-27	-1.13602715e-28
C86	-4.35705736e-32	1.78392254e-27	-4.04142212e-30
C88	-1.75652936e-32	7.3734889e-28	9.12651931e-32
C90	-2.46762348e-33	-8.31242313e-28	3.00200174e-31
C92	-3.88333351e-37	0	0
C94	-2.23671833e-37	0	0
C96	-2.43165031e-36	0	0
C98	-2.13457216e-36	0	0
C100	-9.67295232e-37	0	0
C102	-1.1876732e-36	0	0
C104	-1.14382449e-36	0	0
C105	1.53654914e-39	0	0
C107	1.69206394e-38	0	0

	系数	M8	M7	M6
	C109	3.52182989e-38	0	0
	C111	6.26135172e-38	0	0
	C113	8.30656407e-38	0	0
	C115	6.21596876e-38	0	0
	C117	1.77571315e-38	0	0
	C119	-5.25174568e-40	0	0
	C121	-7.01031193e-42	0	0
	C123	-4.46476068e-41	0	0
	C125	-1.30369062e-40	0	0
	C127	-2.05416782e-40	0	0
[0623]	C129	-1.82756747e-40	0	0
	C131	-8.61446766e-41	0	0
	C133	-1.58867275e-41	0	0
	C135	1.58701316e-42	0	0
	C136	-3.01497099e-44	0	0
	C138	-2.83753936e-43	0	0
	C140	-1.00487157e-42	0	0
	C142	-2.10202761e-42	0	0
	C144	-2.8129687e-42	0	0
	C146	-2.44024498e-42	0	0
	C148	-1.28745661e-42	0	0
	C150	-3.62092429e-43	0	0
	C152	-3.68635908e-44	0	0
[0624]	用于图18/19的表3a			
	系数	M5	M4	M3
[0625]	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	15855.02374000	-1741.78725900	-9485.62754300

系数	M5	M4	M3
C7	-1.31721076e-07	-4.59832284e-08	3.52848287e-09
C9	-6.83242366e-08	1.26772922e-07	6.00270333e-09
C10	1.86511896e-10	-6.7240665e-12	-3.86514933e-11
C12	1.02645567e-10	1.40642009e-11	-1.04260025e-11
C14	3.25328748e-10	-1.44116181e-09	-1.39250403e-12
C16	1.15440436e-13	1.54655389e-14	1.41839307e-13
C18	9.78984308e-14	4.72881604e-14	-7.16656945e-15
C20	-4.13371452e-13	6.75771744e-12	5.02664635e-15
C21	-9.27197923e-16	1.22282675e-17	-3.31198094e-16
C23	-1.09172383e-15	-1.54608007e-16	-5.35714413e-19
C25	-3.20953448e-15	-1.0400161e-15	-1.84536642e-17
C27	5.96725454e-16	-4.25077515e-14	6.21451944e-19
C29	2.62826512e-18	-1.61888596e-20	1.34420461e-20
C31	5.55652996e-18	1.56291853e-18	1.40973329e-19
[0626] C33	2.7740609e-17	2.95936057e-18	-4.11709921e-20
C35	4.55586057e-18	-1.37954952e-15	2.58219786e-20
C36	-2.54645948e-21	4.64220138e-23	-1.02171124e-21
C38	2.59467077e-21	2.40346499e-22	1.13743233e-22
C40	-2.63246351e-20	2.2463419e-20	2.11256444e-22
C42	-1.44139765e-19	2.97984423e-19	-1.29143298e-22
C44	-1.47693917e-20	-9.36301568e-17	3.98789946e-23
C46	3.92320225e-23	-1.29229238e-25	3.09631337e-25
C48	6.16075361e-23	2.86131689e-24	-8.082018e-25
C50	-1.29691393e-22	4.15685135e-22	2.98588259e-25
C52	6.01647413e-22	2.59285728e-20	-1.63194404e-25
C54	-2.80843932e-22	-2.64870198e-18	-5.22760512e-25
C55	-1.90991039e-26	7.33311088e-29	-2.91457225e-28
C57	-4.94174349e-25	-3.38477536e-27	-6.65349621e-28
C59	-2.34601421e-25	-6.27781517e-25	6.27762913e-27
C61	1.83858604e-24	1.36415701e-23	-3.36674024e-27

	系数	M5	M4	M3
	C63	-2.23642007e-24	3.28284286e-22	5.96549035e-27
	C65	3.66468868e-24	-4.01324036e-20	-1.49374281e-27
	C67	2.66992017e-28	-5.84759414e-31	7.70928561e-30
	C69	2.07117026e-27	-1.72399089e-28	-1.27896735e-29
	C71	-3.5305907e-28	-5.73139683e-27	-8.13201754e-30
	C73	-7.57480134e-27	1.35355592e-25	-2.66054764e-29
[0627]	C75	6.95016816e-27	1.92585784e-24	1.80471214e-29
	C77	-1.70051404e-26	-3.11308211e-22	9.00721038e-31
	C78	4.16730333e-32	4.62818363e-35	6.62810428e-33
	C80	-1.17092721e-30	-1.17159673e-32	-1.00672006e-32
	C82	-1.53899025e-30	4.95758204e-32	-2.55215318e-32
	C84	-3.41614885e-31	-6.16523277e-29	1.34231774e-31
	C86	1.41066094e-29	1.05235757e-27	-6.94396951e-32
	C88	-1.32369475e-29	-2.78941647e-27	-9.85278164e-33
	C90	2.98460269e-29	-9.71953419e-25	2.65172705e-33

[0628] 用于图18/19的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
	RX	-2182.91143600	15030.83113000
[0629]	C7	4.52959985e-08	-2.95215933e-07
	C9	7.3997303e-09	-1.06249503e-07
	C10	-3.37134993e-10	-1.38418241e-11
	C12	-4.37041985e-10	-2.98703844e-11
	C14	-4.88477799e-12	-3.88213158e-11
	C16	8.58895599e-13	-6.42604386e-13
	C18	6.73225729e-13	-1.25787194e-12
	C20	7.54302364e-14	-1.92589494e-13

系数	M2	M1
C21	-3.21076173e-16	5.29527426e-16
C23	-1.19828167e-15	-2.79446453e-16
C25	-8.61713642e-16	-1.12508948e-15
C27	-9.46017861e-17	-3.35422436e-16
C29	6.17495108e-18	7.41744768e-19
C31	6.43677926e-18	-5.12492497e-19
C33	3.08530058e-18	-2.24552982e-18
C35	6.92654359e-20	5.26633314e-20
C36	-1.39923821e-20	-3.80030801e-21
C38	-1.75236161e-20	-3.41743066e-21
C40	-2.44288564e-20	3.36222578e-21
C42	-7.5084993e-21	1.13386246e-20
C44	3.60382311e-22	-1.57547758e-21
C46	8.49074446e-24	7.10295318e-23
[0630] C48	1.29274185e-22	1.77073952e-22
C50	1.21275303e-22	5.45121326e-23
C52	2.7448388e-23	-1.80762516e-23
C54	-2.99667085e-24	-2.67701771e-23
C55	8.3997029e-26	2.48012197e-25
C57	-6.89387465e-26	9.08010504e-25
C59	-1.69030389e-25	-1.40396358e-24
C61	-1.63503627e-25	-1.98765714e-24
C63	-4.50856916e-26	6.60490918e-25
C65	-2.69350712e-26	5.05364735e-25
C67	1.81339959e-28	-2.43315212e-27
C69	-1.13047878e-27	-8.88349423e-27
C71	-2.086832e-27	-1.73693921e-26
C73	-9.67392348e-28	-1.34931036e-26
C75	-7.15331766e-31	8.58630418e-27
C77	2.26098895e-29	7.80811576e-27

	系数	M2	M1	
	C78	-2.38436227e-31	-6.67264596e-30	
	C80	1.8322377e-30	-4.06002422e-29	
[0631]	C82	6.0376388e-30	-4.8867685e-29	
	C84	6.31126749e-30	-4.62454207e-29	
	C86	2.03909262e-30	-2.42505377e-29	
	C88	3.81494935e-31	3.31286928e-29	
	C90	-7.68322344e-33	2.3776391e-29	
[0632]	用于图18/19的表3c			
	表面	DCX	DCY	DCZ
	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	-1.30183991	570.42723037
	M7	0.00000000	-120.34881071	75.51681848
	M6	0.00000000	80.00209606	956.51104535
[0633]	M5	0.00000000	221.25925669	1160.16077268
	M4	0.00000000	611.93258157	1362.59488679
	M3	0.00000000	-309.46726913	1055.74659104
	M2	0.00000000	-912.91463513	655.60876883
	光阑	0.00000000	-1017.01458447	474.86644530
	M1	0.00000000	-1353.15078666	18.46126376
	物面	0.00000000	-1490.55625877	1255.06787017
[0634]	用于图18/19的表4a			
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-6.69497001	0.00000000	-0.00000000
[0635]	M7	166.96937929	0.00000000	-0.00000000
	M6	66.23453752	0.00000000	-0.00000000
	M5	41.49642028	0.00000000	-0.00000000
	M4	-66.77054272	0.00000000	-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0636]	M3	26.08077591	0.00000000	-0.00000000
	M2	44.38277950	0.00000000	-0.00000000
	光阑	12.99307149	0.00000000	-0.00000000
	M1	165.88573894	0.00000000	-0.00000000
	物面	1.47794550	0.00000000	-0.00000000

[0637] 用于图18/19的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
[0638]	M8	6.81465749	0.66077811
	M7	0.54649170	0.66565825
	M6	78.61351241	0.85952413
	M5	77.19223505	0.83894755
	M4	4.79028139	0.66334071
	M3	83.41785810	0.92088922
	M2	77.76117032	0.84736477
	M1	20.39282100	0.61112963
	总传输率		0.1003

[0639] 用于图18/19的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
[0640]	0.00000000	-74.74428964	0.00000000
	-21.97577930	-73.71157746	0.00000000
	-43.54745003	-70.64584812	0.00000000
	-64.30774000	-65.64223665	0.00000000
	-83.84419262	-58.85273624	0.00000000
	-101.73934320	-50.47789491	0.00000000
	-117.57413522	-40.75791226	0.00000000
	-130.93536243	-29.96439172	0.00000000
	-141.42743062	-18.39295269	0.00000000
	-148.68831187	-6.35605158	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-152.40909162	5.82486902	0.00000000
	-152.35588367	17.82898189	0.00000000
	-148.39195432	29.34768633	0.00000000
	-140.49688466	40.09648351	-0.00000000
	-128.77941498	49.82515047	-0.00000000
	-113.48180409	58.32554432	-0.00000000
	-94.97550387	65.43621405	0.00000000
	-73.74931338	71.04353087	0.00000000
	-50.39169073	75.07859450	0.00000000
	-25.56884640	77.50751380	0.00000000
	-0.00000000	78.31797873	0.00000000
	25.56884640	77.50751380	0.00000000
	50.39169073	75.07859450	0.00000000
	73.74931338	71.04353087	0.00000000
[0641]	94.97550387	65.43621405	0.00000000
	113.48180409	58.32554432	-0.00000000
	128.77941498	49.82515047	0.00000000
	140.49688466	40.09648351	0.00000000
	148.39195432	29.34768633	-0.00000000
	152.35588367	17.82898189	0.00000000
	152.40909162	5.82486902	0.00000000
	148.68831187	-6.35605158	0.00000000
	141.42743062	-18.39295269	0.00000000
	130.93536243	-29.96439172	0.00000000
	117.57413522	-40.75791226	0.00000000
	101.73934320	-50.47789491	0.00000000
	83.84419262	-58.85273624	-0.00000000
	64.30774000	-65.64223665	0.00000000
	43.54745003	-70.64584812	0.00000000
	21.97577930	-73.71157746	0.00000000

[0642] 用于图18/19的表6

[0643] 投射光学单元33的总反射率为10.03%。

[0644] 投射光学单元33具有像侧数值孔径为0.55。像场8具有 $2 \times 6.5\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元33针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0645] 投射光学单元33具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2及M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。投射光学单元33具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0646] 在投射光学单元33中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0647] 投射光学单元33具有缩小成像比例为 $\beta=7.00$ 。

[0648] 主光线16在物面5中的入射角为 6.4° 。

[0649] 在yz平面中,投射光学单元33的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4前方7700mm。在xy平面(见图19)中,入射光瞳在投射光学单元33的成像光束路径中位于物场之后1775mm。从物场4发出的主光线16的范围因此在图18的子午截面中及图19的视图图中均为会聚。

[0650] 在xz截面(见图19)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0651] 物场4与像场8之间的z距离大约为1290mm。

[0652] 物/像偏移(d_{ois})大约为1460mm。

[0653] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是50mm。

[0654] 在投射光学单元33中,波前像差的扫描RMS值最多为 $10\text{m}\lambda$,平均为 $8\text{m}\lambda$ 。

[0655] 最大畸变值在x方向上最多为0.03nm,在y方向上最多为0.08nm。x方向的远心值在像场侧最多为0.79mrad,y方向的远心值在像场侧最多为0.37mrad。

[0656] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角 [度]	20.9	81.5	85.5	6.0	79.1	81.9	17.1	8.3
[0657] 反射镜范围 (x) [mm]	224.5	366.3	511.9	611.2	448.5	225.0	261.2	652.2
反射镜范围 (y) [mm]	219.5	326.9	514.4	83.3	225.0	308.6	167.8	642.2
最大反射镜直径 [mm]	229.2	368.5	640.9	611.3	448.5	310.5	261.6	652.5

[0658] 用于图18/19的表7

[0659] 在yz平面(图18)中的反射镜M3与M4之间的成像光束路径区域中的光束路径中及在xz平面(图19)中的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。中间像19还可出现在yz平面中在反射镜M5上反射的区域中。

[0660] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。

[0661] 投射光学单元33的光瞳遮挡是投射光学单元33的像侧数值孔径的14%。

[0662] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其它反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。

[0663] 反射镜M1、M3、M4及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M2、M5、M6及

M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0664] 下文基于图20及21说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元34的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至19的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图20显示投射光学单元34的子午截面。图21显示投射光学单元34的弧矢视图。

[0665] 投射光学单元34具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0666] 投射光学单元34实施为变形光学单元。在图20的yz截面中,投射光学单元34具有缩小成像比例 β_y 为8.00。在与其垂直的xz平面(见图21)中,投射光学单元34具有缩小成像比例 β_x 为4.00。

[0667] 结合投射光学单元34的旋转对称出射光瞳,这些不同的成像比例 β_x 、 β_y 导致物侧数值孔径在yz平面中为在xz平面中的一半大小,如从图20与21之间的比较显而易见的。因此,在yz平面中获得有利的较小主光线角CRA0为5.1°。

[0668] 与此相关的变形投射镜头的优点还论述于US 2013/0128251 A1中,其全文通过引用并入本申请中。

[0669] 投射光学单元34的变形效应分布至反射镜M1至M8的所有光学表面。

[0670] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元34的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例		图 20/21
	NA	0.55
	波长	13.5 nm
[0671]	场尺寸_x	26.0 mm
	场尺寸_y	1.2 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	S9

[0672] 用于图20/21的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-1133.32747304	0.00175233	-1023.64934352	0.00196760	REFL
	M7	4406.38826107	-0.00045387	690.91205607	-0.00289482	REFL
	M6	4739.61979766	-0.00008693	10074.88948477	-0.00096360	REFL
[0673]	M5	21144.94473278	-0.00002037	72950.75367779	-0.00012733	REFL
	M4	-2867.38401976	0.00069495	-4292.99198405	0.00046759	REFL
	M3	-10853.57484008	0.00002356	-21913.73844639	0.00071385	REFL
	M2	-5190.31139364	0.00007024	7573.47590770	-0.00144869	REFL
	M1	-5923.95714844	0.00031586	-1898.45455510	0.00112603	REFL

[0674] 用于图20/21的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1133.32747300	4406.38826100	4739.61979800
C7	-1.37045485e-08	7.46796053e-08	-2.88085237e-08
C9	-7.61541557e-09	-1.45727199e-07	-1.79062014e-08
C10	-7.69203582e-12	2.92796841e-10	4.42007445e-11
C12	-2.2092406e-11	1.13530474e-09	-8.60191664e-12
C14	-1.03738908e-11	1.40909304e-09	-4.58761129e-11
C16	-7.31775261e-15	-1.31555425e-13	-1.45618208e-13
C18	-1.17172291e-14	-6.54062794e-13	4.24616003e-15
C20	-3.3983632e-15	-3.50696381e-13	-8.53811379e-14
C21	-9.15894595e-18	2.09018129e-16	-9.75508493e-17
C23	-3.5991906e-17	2.50711167e-15	3.58424992e-16
C25	-3.77287782e-17	9.96925043e-15	-1.56598011e-19
C27	-1.19641397e-17	7.56226507e-15	-2.28737536e-16
C29	-5.75050439e-21	8.60467057e-19	-9.76080298e-19
C31	-1.25790723e-20	4.36789592e-18	-8.89549297e-19
C33	-1.03115676e-20	-9.69395674e-18	-3.40251221e-19
C35	-2.20183332e-21	-3.27752356e-18	-6.53545396e-19
C36	-8.33157821e-24	4.55264457e-22	4.12907772e-21
C38	-4.25998322e-23	7.24917406e-21	1.05886868e-20
C40	-6.98306225e-23	1.43589783e-20	3.05154424e-21
C42	-4.8336845e-23	8.43033547e-20	2.41517735e-23
C44	-1.40394078e-23	1.97591114e-19	-1.6250366e-21
C46	-2.9814906e-27	-4.16141287e-25	6.47812725e-23
C48	-1.1220021e-26	-9.85706306e-24	2.80300383e-23
C50	-1.69711254e-26	4.09860054e-23	1.52687849e-23
C52	-8.57563301e-27	1.47027541e-22	7.02362488e-24

[0675]

系数	M8	M7	M6
C54	1.76715393e-28	-6.99745034e-23	-2.14951543e-24
C55	-6.6288945e-30	1.42110361e-27	-2.82086233e-25
C57	-4.10869525e-29	-4.51003428e-27	-7.63377495e-25
C59	-9.17862325e-29	7.25467897e-26	-2.77480674e-25
C61	-9.90356193e-29	3.9633015e-25	-3.52163248e-26
C63	-5.59488161e-29	9.95569594e-25	-8.0432973e-28
C65	-7.22003129e-30	-4.21378e-24	-2.74410127e-27
C67	-5.24619854e-33	-8.35761662e-30	-9.1548449e-28
C69	-2.01840485e-32	5.45404311e-29	-5.39668302e-28
C71	-3.79282955e-32	-2.97201132e-28	-1.38362872e-27
C73	-2.44971235e-32	3.25227818e-28	-3.68928781e-28
C75	-7.62727889e-33	-8.7212421e-27	-1.16531263e-28
C77	-5.7359611e-33	4.80554127e-27	-4.17390192e-29
C78	-8.047176e-36	-8.23504213e-33	7.06018116e-30
[0676] C80	-5.4403674e-35	2.3497042e-31	1.86040123e-29
C82	-1.67551366e-34	1.33047058e-30	1.3421476e-29
C84	-2.6900642e-34	5.04718453e-30	4.72484176e-30
C86	-2.38083651e-34	-7.80809697e-30	4.75455568e-31
C88	-9.66546428e-35	1.17080611e-29	-1.51988786e-31
C90	-2.31041974e-35	9.71583268e-29	-2.31508815e-31
C92	3.72879241e-39	1.17935322e-34	3.7709135e-34
C94	1.5141875e-38	-8.62572106e-36	-7.82262879e-33
C96	3.40542449e-38	3.38356865e-33	3.57455642e-32
C98	3.58688134e-38	-2.30440813e-34	1.60062441e-32
C100	-4.37695745e-39	-7.67777542e-33	1.17807848e-33
C102	-9.00258499e-39	1.15560849e-31	4.06367757e-34
C104	9.73217887e-39	-1.330225e-31	-5.19167519e-34
C105	-3.15681223e-43	8.5001124e-38	-6.1641406e-35
C107	-6.71085246e-42	-3.50192205e-37	-1.25784732e-34
C109	1.81013759e-41	-3.77112897e-36	-1.73593348e-34

	系数	M8	M7	M6
	C111	1.21188506e-40	-1.79399564e-35	-1.92852546e-34
	C113	2.12299664e-40	4.42096118e-35	-1.73174517e-35
	C115	1.96801677e-40	3.78745494e-34	-5.80388951e-36
	C117	6.74687492e-41	-4.55929668e-35	7.22309558e-37
	C119	1.51520616e-41	-4.50734906e-34	-4.27492138e-37
	C121	-3.77954419e-45	0	0
	C123	-5.73506768e-44	0	0
	C125	-1.67581738e-43	0	0
	C127	-2.67358045e-43	0	0
	C129	-2.40296709e-43	0	0
[0677]	C131	-8.92457112e-44	0	0
	C133	-1.44215565e-44	0	0
	C135	-1.25305206e-44	0	0
	C136	-1.34456467e-47	0	0
	C138	-1.15917807e-46	0	0
	C140	-4.9202134e-46	0	0
	C142	-1.261638e-45	0	0
	C144	-1.92457136e-45	0	0
	C146	-1.81299242e-45	0	0
	C148	-1.06311202e-45	0	0
	C150	-3.3131362e-46	0	0
	C152	-4.79751657e-47	0	0
[0678]	用于图20/21的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
[0679]	RX	21144.94473000	-2867.38402000	-10853.57484000
	C7	-8.13271685e-08	-3.58841707e-08	5.29876767e-10

系数	M5	M4	M3
C9	-5.82176386e-08	-7.04518606e-07	2.10519305e-09
C10	9.37452981e-12	1.30052051e-12	-6.30399752e-12
C12	3.00680111e-11	1.85556236e-10	-5.20862433e-12
C14	8.83038021e-11	3.5873503e-09	-3.58045717e-12
C16	4.50889445e-14	-8.90737179e-15	1.13557992e-14
C18	-8.85586769e-15	-1.37507133e-12	-1.13089347e-16
C20	-2.84535698e-13	-2.40161213e-11	1.2693646e-15
C21	-4.0259975e-17	9.84110093e-19	-1.07753791e-17
C23	-1.60627908e-16	1.18787038e-16	-4.13074732e-18
C25	-2.12462221e-16	1.07305967e-14	-2.6198811e-18
C27	7.88491781e-16	1.62876389e-13	-1.51826315e-18
C29	8.29816991e-20	-1.42315568e-21	8.37815153e-21
C31	4.09821249e-19	-1.53159656e-18	2.70592478e-21
C33	1.04060872e-18	-1.00776807e-16	9.75607155e-22
[0680] C35	-2.28976537e-18	-1.25474518e-15	1.00241528e-21
C36	-1.07018867e-22	1.36622356e-24	-3.00882158e-23
C38	-4.94074303e-23	2.88428049e-23	2.10003322e-24
C40	-1.34527055e-21	1.98696867e-20	8.31511411e-24
C42	-4.60972729e-21	1.12695754e-18	3.79721863e-24
C44	4.81654378e-21	1.6445151e-17	-1.75074004e-25
C46	1.01635491e-24	-5.39059369e-27	2.00075589e-26
C48	-9.38768461e-25	6.02027898e-25	1.15956882e-26
C50	-7.09696896e-24	1.64761111e-22	-5.38272606e-27
C52	-2.38402664e-24	3.42328361e-21	-2.97501451e-27
C54	-2.26239625e-23	-3.23207317e-19	-5.02183701e-28
C55	1.26386187e-28	1.71520917e-30	9.81733067e-30
C57	-2.83068278e-27	8.46560169e-29	-3.36674489e-29
C59	2.46204893e-26	-1.62710492e-26	-9.5444995e-29
C61	9.95586051e-26	-8.19930234e-24	-8.78074754e-29
C63	1.01878932e-25	1.62250965e-22	-3.16474709e-29

系数	M5	M4	M3
C65	1.91562178e-25	-5.94818356e-21	-4.32421248e-30
C67	-3.08120032e-30	-1.7543011e-33	-6.8780555e-32
C69	4.41107086e-30	-4.30759864e-30	-8.633439e-32
C71	-2.847253e-29	-2.73981339e-27	6.96849436e-32
C73	4.4951507e-30	-1.83904472e-25	8.79586218e-32
C75	8.74287892e-29	-8.91906155e-24	2.23940855e-32
C77	-6.9255095e-28	2.64874371e-22	4.81131842e-33
C78	2.23687462e-34	-1.85559281e-36	-5.94735011e-35
C80	-7.0923897e-33	-8.80329782e-35	1.42958234e-34
C82	-2.40355343e-31	1.32753328e-31	3.76354599e-34
C84	-1.33477305e-30	6.7062528e-29	4.22628687e-34
C86	-3.52926483e-30	4.70367187e-27	2.68539626e-34
C88	-4.04944897e-30	-1.60136059e-25	9.37754675e-35
C90	-2.28582075e-32	3.37934991e-24	1.01872115e-35
C92	1.53053664e-35	1.03181863e-38	4.49578153e-37
C94	1.90635627e-34	7.96148268e-37	4.15343568e-37
C96	1.7721621e-33	5.60447131e-33	-1.33200295e-37
C98	7.04887896e-33	5.29126054e-31	-4.53303133e-37
C100	1.53325023e-32	6.99281316e-29	-2.18759113e-37
C102	1.55847895e-32	0	-2.6400999e-38
C104	5.50738373e-33	0	-5.86276203e-39
C105	-3.29469714e-39	2.0787905e-42	-7.97361647e-43
C107	-6.03049846e-38	8.43168465e-40	-9.19641517e-40
C109	-5.38471092e-37	-2.34623974e-37	-7.68527335e-40
C111	-3.36030533e-36	-1.09110522e-34	-5.25251603e-40
C113	-1.05801312e-35	-2.66122693e-32	-3.43774941e-40
C115	-2.05317853e-35	0	-3.0477398e-40
C117	-1.88191883e-35	0	-1.37941097e-40
C119	-9.0448429e-36	0	-1.23378749e-41

[0681] 用于图20/21的表3b

系数	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000
RX	-5190.31139400	-5923.95714800
C7	-5.28973257e-09	-9.34107203e-08
C9	3.16117691e-08	-3.08170947e-08
C10	-3.5113151e-11	2.15749003e-11
C12	-5.94839832e-11	-4.16147444e-11
C14	4.15396704e-11	-9.60232617e-12
C16	8.8719325e-14	-1.38710348e-13
C18	2.11910791e-14	-4.21723708e-13
C20	5.83626437e-14	1.56831697e-13
C21	-7.52771425e-17	2.2883345e-17
[0683]	C23	-7.98916101e-17
	C25	-6.15893157e-16
	C27	6.98313821e-16
	C29	-1.67084874e-20
	C31	1.24909603e-19
	C33	-5.55656679e-19
	C35	-3.23336886e-18
	C36	-3.08540907e-25
	C38	-6.92333888e-22
	C40	-1.17221531e-21
C42	-9.31939644e-23	1.57625031e-21
C44	3.54805796e-22	-4.85282982e-20
C46	1.64542991e-25	7.61056694e-26
C48	-2.94838765e-25	1.5289645e-24
C50	-1.09554398e-24	8.66857734e-24
C52	-1.81472711e-24	2.18885048e-23

系数	M2	M1
C54	-1.10156139e-25	2.98501444e-22
C55	-3.91686651e-28	-3.84029125e-29
C57	-9.77388973e-28	8.12604652e-27
C59	-6.14630023e-28	4.79732982e-26
C61	-1.27909521e-27	3.3152603e-26
C63	-4.46201357e-27	-2.9689908e-25
C65	-2.14425067e-28	2.24300892e-24
C67	3.17153528e-32	-3.98900423e-30
C69	6.31254012e-30	-4.30683926e-29
C71	1.77074038e-29	-3.09345554e-28
C73	2.94127232e-29	-3.2763638e-28
C75	1.7371783e-29	1.84376033e-28
C77	9.59406388e-30	-9.29242727e-27
C78	2.26427738e-33	6.44291133e-34
[0684] C80	6.98015663e-33	-7.26102976e-32
C82	3.90295139e-33	-8.26037127e-31
C84	1.00563556e-32	-2.47229342e-30
C86	5.31207359e-32	1.36267497e-30
C88	4.68167146e-32	1.1558863e-29
C90	2.22750927e-32	-6.48766222e-29
C92	4.94909078e-36	2.123736e-35
C94	-2.40458792e-35	2.73287712e-34
C96	-6.91070231e-35	2.28462552e-33
C98	-1.61918658e-34	6.85274826e-33
C100	-1.44300155e-34	-4.32046035e-33
C102	-7.93406187e-35	-1.07655048e-32
C104	-1.66530071e-35	1.27235198e-31
C105	5.86498685e-40	-4.29231126e-39
C107	-1.54194375e-38	2.35882135e-37
C109	-7.13318326e-39	4.70203204e-36

	系数	M2	M1	
[0685]	C111	-1.43456171e-38	2.37591177e-35	
	C113	-1.90286626e-37	3.22170482e-35	
	C115	-2.94354338e-37	-8.87390817e-35	
	C117	-2.19039138e-37	-1.98534313e-34	
	C119	-6.06928085e-38	8.31104332e-34	
[0686]	用于图20/21的表3c			
	表面	DCX	DCY	DCZ
[0687]	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.35696376	928.41215449
	M7	0.00000000	-194.00592810	123.62549517
	M6	0.00000000	110.73807678	1485.21127288
	M5	0.00000000	410.24860809	1906.05090667
	M4	0.00000000	989.83215098	2227.66851159
	M3	0.00000000	-480.76794337	1725.54436925
	M2	0.00000000	-1586.00680196	983.72854005
	光阑	0.00000000	-1833.30051904	630.89726836
	M1	0.00000000	-2256.96990972	48.20891557
	物面	0.00000000	-2433.04940926	1809.33615616
[0688]	用于图20/21的表4a			
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0689]	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-6.81158601	0.00000000	-0.00000000
	M7	166.85343770	0.00000000	-0.00000000
	M6	65.47067671	0.00000000	-0.00000000
	M5	41.13388792	0.00000000	-0.00000000
	M4	-66.25259654	0.00000000	-0.00000000
	M3	26.32646837	0.00000000	-0.00000000
	M2	43.98793212	0.00000000	-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0690]	光阑	17.85348492	0.00000000	-0.00000000
	M1	165.03170476	0.00000000	-0.00000000
	物面	0.84183854	0.00000000	-0.00000000

[0691] 用于图20/21的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
[0692]	M8	6.79146457	0.66081301
	M7	0.47255204	0.66566232
	M6	78.11128013	0.85242200
	M5	77.56569142	0.84450121
	M4	4.90369075	0.66322257
	M3	82.65450170	0.91169087
	M2	79.49691949	0.87161748
	M1	20.67887147	0.60924189
	总传输率		0.1017

[0693] 用于图20/21的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
[0694]	0.00000000	-127.83604117	0.00000000
	-42.47230052	-125.94642328	0.00000000
	-84.13944596	-120.36530056	0.00000000
	-124.19202701	-111.34341136	0.00000000
	-161.81430598	-99.26141457	0.00000000
	-196.18564839	-84.58693884	0.00000000
	-226.48648672	-67.83445412	0.00000000
	-251.91061812	-49.53759338	0.00000000
	-271.68668618	-30.23530779	0.00000000
	-285.11143299	-10.46743152	0.00000000
	-291.59521276	9.22826034	0.00000000
	-290.71624730	28.32744481	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-282.27411538	46.34275447	0.00000000
	-266.32872550	62.84972374	0.00000000
	-243.21383327	77.50530904	0.00000000
	-213.52264822	90.05981266	0.00000000
	-178.07097077	100.36136137	0.00000000
	-137.84767730	108.34615051	0.00000000
	-93.96325338	114.01343410	0.00000000
	-47.60455320	117.39298190	-0.00000000
	-0.00000000	118.51540025	0.00000000
	47.60455320	117.39298190	-0.00000000
	93.96325338	114.01343410	0.00000000
	137.84767730	108.34615051	0.00000000
	178.07097077	100.36136137	0.00000000
[0695]	213.52264822	90.05981266	0.00000000
	243.21383327	77.50530904	0.00000000
	266.32872550	62.84972374	0.00000000
	282.27411538	46.34275447	0.00000000
	290.71624730	28.32744481	0.00000000
	291.59521276	9.22826034	0.00000000
	285.11143299	-10.46743152	0.00000000
	271.68668618	-30.23530779	0.00000000
	251.91061812	-49.53759338	0.00000000
	226.48648672	-67.83445412	0.00000000
	196.18564839	-84.58693884	0.00000000
	161.81430598	-99.26141457	0.00000000
	124.19202701	-111.34341136	0.00000000
	84.13944596	-120.36530056	0.00000000
	42.47230052	-125.94642328	0.00000000

[0696] 用于图20/21的表6

[0697] 投射光学单元34的总反射率为10.17%。

[0698] 投射光学单元34具有像侧数值孔径为0.55。像场8具有 $2 \times 13\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元34针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0699] 投射光学单元34具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2和M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。投射光学单元34具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0700] 在投射光学单元34中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0701] 在xz平面(见图21)中,投射光学单元34的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4前方2740mm。在yz平面中,入射光瞳在投射光学单元34的成像光束路径中位于物场之后5430mm。从物场4发出的主光线16的范围因此在图20的子午截面中及图21的视图中均会聚。

[0702] 在xz截面(见图21)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。光阑18为平面且相对于像场倾斜。光阑18在x方向上的较长范围为583.18mm。光阑18在y方向上的总范围为238.85mm。

[0703] 物场4与像场8之间的z距离大约为1850mm。

[0704] 物/像偏移(d_{ois})大约为2400mm。

[0705] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是83mm。

[0706] 在投射光学单元34中,波前像差的扫描RMS值最多为 $8\text{m}\lambda$,平均为 $7\text{m}\lambda$ 。

[0707] 最大畸变值在x方向上最多为0.10nm,在y方向上最多为0.10nm。x方向的远心值在像场侧最多为1.58mrad,y方向的远心值在像场侧最多为0.15mrad。

[0708] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

[0709]		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	最大入射角[度]	20.9	81.9	83.8	7.0	79.8	81.2	17.2	8.3
[0710]	反射镜范围 (x) [mm]	525.7	662.4	847.1	984.1	675.6	325.0	482.9	1074.4
	反射镜范围(y) [mm]	268.1	512.7	856.1	66.4	336.1	466.1	277.4	1053.4
	最大反射镜直径 [mm]	525.8	662.5	926.3	984.1	675.6	470.0	483.0	1076.0

[0711] 用于图20/21的表7

[0712] 在yz平面(图20)中的反射镜M4上反射的区域中的光束路径中及在平行于xz平面(图21)的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。

[0713] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。

[0714] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其它反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。

[0715] 反射镜M1、M3、M4及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。其它反射镜M2、M5、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0716] 图21A显示在投射光学单元34的各由照明光3所撞击的反射镜M1至M8上的表面边

缘轮廓,即,反射镜M1至M8的所谓覆盖区。这些边缘轮廓各以x/y曲线图描绘,x/y曲线图对应于相应反射镜M1至M8的局部x和y坐标。这些示图按真实比例绘制,单位为毫米。反射镜M2、M3及M8具有无异于值1或仅与值1稍微偏离的x/y长宽比。反射镜M1及M5及还有M7具有x/y长宽比大约为2。反射镜M4具有x/y长宽比大约为15。反射镜M6具有x/y长宽比大约为0.7。

[0717] 下文基于图22及23说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元35的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至21A的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图22显示投射光学单元35的子午截面。图23显示投射光学单元35的弧矢视图。

[0718] 投射光学单元35具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0719] 投射光学单元35实施为变形光学单元。在图22的yz截面中,投射光学单元35具有缩小成像比例 β_y 为6.00。在与其垂直的xz平面(见图23)中,投射光学单元35具有缩小成像比例 β_x 为4.00。

[0720] 这些不同的成像比例 β_x 、 β_y 导致物侧数值孔径在yz平面中比在xz平面中小,如从图22与23之间的比较显而易见的。因此,在yz平面中获得有利的较小主光线角CRA0为6.3°。

[0721] 投射光学单元35的变形效应分布至反射镜M1至M8的所有光学表面。

[0722] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元35的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例		图 22/23
	NA	0.49
	波长	13.5 nm
[0723]	场尺寸_x	26.0 mm
	场尺寸_y	1.6 mm
	场曲率	0.0 1/mm
	光阑	S9

[0724] 用于图22/23的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-1121.37889641	0.00177101	-1023.61301917	0.00196766	REFL
	M7	4813.84973129	-0.00041545	689.47522791	-0.00290086	REFL
	M6	7961.52706392	-0.00005196	10472.69061413	-0.00092320	REFL
[0725]	M5	63451.73749313	-0.00000674	-71805.62245393	0.00013019	REFL
	M4	-2879.29868612	0.00069194	-5323.52677528	0.00037714	REFL
	M3	-11586.49414415	0.00002283	-19036.27253247	0.00079438	REFL
	M2	-6051.13629901	0.00005747	5373.11013087	-0.00214085	REFL
	M1	-7070.71042694	0.00026365	-1740.13114618	0.00123306	REFL

[0726] 用于图22/23的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1121.37889600	4813.84973100	7961.52706400
C7	-1.18303428e-08	1.38677591e-07	4.50959592e-08
C9	-9.04489424e-09	-2.49942276e-07	-3.22908374e-08
C10	-5.56852211e-12	3.59231824e-10	1.39261473e-10
C12	-2.2156858e-11	1.11674106e-09	-1.58384659e-10
C14	-6.4485662e-12	7.68944651e-10	-4.64967002e-11
C16	-5.99476799e-15	-1.25877621e-13	-6.14806551e-13
C18	-1.17154189e-14	-8.32139172e-13	6.1577807e-14
C20	-6.35164457e-15	-1.04560226e-12	-1.56127394e-13
C21	-1.01505313e-17	2.28624052e-16	-3.24656403e-16
C23	-3.58157787e-17	2.8674558e-15	1.48986258e-15
[0727] C25	-3.28325694e-17	7.19573474e-15	-4.96219439e-16
C27	-7.73325248e-18	3.33755229e-15	-3.25304321e-16
C29	-4.20439801e-21	1.11781377e-18	1.99348552e-18
C31	-1.22366176e-20	2.12044512e-18	-3.13360785e-18
C33	-1.33129381e-20	-1.15534587e-17	-6.05173065e-20
C35	-4.96149215e-21	-1.08505991e-17	-7.96524541e-19
C36	-8.64520812e-24	1.17916451e-21	4.32310419e-22
C38	-4.20401284e-23	7.44374387e-21	-6.15076012e-21
C40	-6.32215484e-23	1.2747226e-20	6.73662583e-21
C42	-3.86493292e-23	4.95955342e-20	-6.33665608e-22
C44	-7.91782043e-24	3.24541865e-20	-2.74989457e-21
C46	-2.33453384e-27	-2.60631426e-24	-3.91508173e-24
C48	-1.2111516e-26	-2.33541368e-23	1.99392725e-24
C50	-2.11068645e-26	-3.6973872e-23	-2.14301967e-23
C52	-1.4752144e-26	-7.99170432e-23	-1.74710333e-23
C54	-2.78281412e-27	2.51969672e-22	-8.23051883e-24

系数	M8	M7	M6
C55	-9.3090786e-30	-5.20473578e-28	-3.87769553e-27
C57	-4.82558402e-29	7.88777677e-27	2.66612565e-27
C59	-1.01014959e-28	8.54406184e-26	-5.91238257e-26
C61	-1.01884048e-28	2.13476338e-25	-9.52500131e-26
C63	-4.93105369e-29	1.13995538e-24	-5.50812191e-26
C65	-8.3687505e-30	-5.12746033e-25	-2.47004376e-26
C67	-7.38344559e-34	1.47520112e-29	7.1085924e-29
C69	-5.65274775e-33	1.61742091e-28	3.53277318e-28
C71	-1.37764606e-32	3.44509275e-28	2.93969176e-28
C73	-1.94275915e-32	5.48602534e-28	2.20566794e-28
C75	-1.39583588e-32	-5.18813001e-27	1.06448096e-28
C77	-4.27384745e-33	-4.35332176e-27	-9.78424185e-29
C78	-8.54420454e-37	8.35040636e-33	2.58890164e-32
C80	-2.31228001e-35	1.76870158e-31	-5.38428428e-31
[0728] C82	-5.6838319e-35	1.22604787e-31	-5.84517587e-31
C84	-7.66291033e-35	-2.91896005e-31	1.4024938e-30
C86	-6.31178383e-35	-2.08128795e-30	2.01491828e-30
C88	-3.30768172e-35	5.15327359e-30	2.88799603e-31
C90	-6.60293612e-36	6.34662561e-30	-1.56186793e-31
C92	-6.89240073e-39	0	0
C94	-2.22316469e-38	0	0
C96	-6.89815447e-38	0	0
C98	-9.26549465e-38	0	0
C100	-5.535508e-38	0	0
C102	-1.37382595e-38	0	0
C104	-2.77235312e-39	0	0
C105	-1.32648355e-41	0	0
C107	-1.08701271e-40	0	0
C109	-3.57659282e-40	0	0
C111	-6.22339725e-40	0	0

	系数	M8	M7	M6
	C113	-6.31535758e-40	0	0
[0729]	C115	-3.50492314e-40	0	0
	C117	-8.26138611e-41	0	0
	C119	-4.09212691e-42	0	0
[0730]	用于图22/23的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	RX	63451.73749000	-2879.29868600	-11586.49414000
	C7	-9.65439819e-08	-5.21928877e-08	-5.17057407e-09
	C9	-4.4513793e-08	-6.81657841e-07	3.86113841e-09
	C10	2.42543649e-11	7.64041622e-13	-1.02639927e-11
	C12	8.44725177e-11	1.99750296e-10	-4.79572504e-12
	C14	7.04127351e-11	3.06515788e-09	-4.42190289e-12
	C16	-3.41516947e-14	-2.37609081e-14	8.82004007e-15
[0731]	C18	-1.98478544e-13	-1.56031785e-12	-9.88386961e-16
	C20	-2.68645804e-13	-1.9204511e-11	1.72706853e-15
	C21	-3.59158408e-17	1.13052962e-18	3.41000671e-18
	C23	3.64471697e-17	2.10998699e-16	-3.70359019e-18
	C25	4.18205639e-16	1.08957074e-14	-1.71679008e-18
	C27	9.35618672e-16	1.32227766e-13	-1.70575731e-18
	C29	1.153762e-19	-1.205391e-20	-4.77242785e-21
	C31	1.08387142e-20	-2.2598668e-18	1.1307014e-21
	C33	-1.29076401e-18	-9.90347004e-17	1.61393734e-22
	C35	-3.11679607e-18	-5.16190495e-16	1.06465407e-21
	C36	3.2037253e-23	2.44573623e-25	-5.23904465e-24
	C38	-3.00422396e-22	2.02451858e-22	6.39454501e-24

系数	M5	M4	M3
C40	-5.56453309e-22	2.77540352e-20	-2.38654616e-26
C42	1.15075161e-21	7.77510206e-19	-8.27248728e-25
C44	-8.45545916e-21	1.83631375e-16	-1.10257267e-24
C46	-7.17799435e-26	-6.16666974e-27	3.71377518e-27
C48	4.41056949e-25	-1.77193124e-24	2.26385586e-29
C50	3.20645297e-24	-7.22070937e-25	9.11823578e-28
C52	-6.68431649e-24	-1.47635262e-20	5.14270429e-28
C54	8.10978715e-23	5.0776662e-18	4.13766527e-28
C55	-8.00938486e-29	2.30519335e-31	1.16666839e-29
C57	-4.31210476e-28	5.98498871e-29	-1.67242338e-29
C59	1.263643e-27	-2.81679351e-27	-1.76007666e-30
C61	1.612983e-26	3.572795e-24	-2.19437814e-30
C63	2.7883773e-25	-5.88261071e-22	-8.93045154e-31
C65	1.0678073e-24	-1.29361634e-19	3.33090397e-32
C67	4.23448748e-31	-5.49562737e-33	-4.02324014e-34
C69	6.71940992e-30	-4.72770157e-30	-6.06669725e-33
C71	-5.19192758e-29	-1.4523395e-27	-5.05696725e-33
C73	1.0131755e-29	-1.68084682e-25	-2.25708995e-34
C75	-3.04215249e-27	-8.27631336e-24	9.90529604e-34
C77	-9.47988848e-27	-6.68913918e-21	1.03314337e-33
C78	1.37830298e-34	3.39532895e-38	-3.00501581e-35
C80	-2.20614706e-33	2.60606795e-34	3.47983183e-35
C82	-1.55885934e-32	1.18728779e-31	9.0614728e-36
C84	2.36759125e-31	-9.90754189e-30	6.42501344e-36
C86	-8.92393833e-31	-2.12722713e-27	2.44225001e-36
C88	1.11751611e-29	2.57988212e-25	-1.1318051e-36
C90	1.68895246e-29	-6.02795443e-23	-1.48883018e-36

[0733] 用于图22/23的表3b

系数	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000
RX	-6051.13629900	-7070.71042700
C7	5.13565486e-08	-5.53709138e-08
C9	8.48166415e-08	-2.81784911e-08
C10	-7.13439177e-11	1.35470045e-11
C12	-6.78217449e-11	2.22349088e-12
C14	1.07389017e-10	-2.17100764e-11
C16	9.40090645e-14	-9.25413819e-14
C18	4.12391946e-14	-1.96114428e-13
C20	1.58260544e-13	1.03943487e-13
C21	3.47522486e-18	1.82335443e-17
C23	6.4536786e-17	-9.18926095e-17
[0734] C25	-9.48899205e-17	1.8538804e-16
C27	2.49339094e-16	-1.11389293e-16
C29	5.35403925e-20	1.8436518e-20
C31	7.5637834e-20	1.96646409e-19
C33	-3.4158977e-20	-9.81835487e-20
C35	4.85861223e-19	1.66148938e-20
C36	-4.94601583e-23	-7.08072737e-23
C38	-4.05348385e-23	-4.11801448e-22
C40	-1.32203024e-22	-3.45175171e-22
C42	-4.03609525e-22	2.73466405e-21
C44	1.11739328e-21	2.14025934e-21
C46	4.93708892e-25	-4.4788586e-25
C48	8.43130272e-25	-2.07813692e-24
C50	3.73873009e-25	-1.03853204e-24
C52	-6.68290603e-25	8.00799065e-24
C54	2.70267769e-24	8.41515359e-24

系数		M2	M1	
[0735]	C55	7.69118669e-28	1.51282519e-28	
	C57	-6.45916145e-28	3.17074481e-27	
	C59	-2.33699309e-27	1.22333041e-26	
	C61	-1.59593012e-27	2.79500485e-26	
	C63	-1.26314552e-27	3.67365838e-26	
	C65	6.27135853e-27	6.16865377e-27	
	C67	-4.95148641e-31	9.10808295e-31	
	C69	-1.46516796e-30	1.89542207e-29	
	C71	-4.91881917e-31	3.64294099e-29	
	C73	5.75845525e-30	1.8163786e-28	
	C75	3.15049294e-30	1.86166005e-28	
	C77	1.11362439e-29	6.30936726e-29	
	C78	-5.94716839e-33	2.0215274e-34	
	C80	8.05983005e-33	-1.50601813e-32	
	C82	1.4626007e-32	-7.53087591e-32	
	C84	5.40117622e-33	-9.52174202e-32	
	C86	3.4651056e-33	3.12650323e-31	
	C88	1.81935676e-34	1.56079676e-30	
	C90	8.55586176e-33	-9.50142408e-31	
[0736]	用于图22/23的表3c			
表面	DCX	DCY	DCZ	
像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000	
M8	0.00000000	0.43487770	929.54103257	
M7	0.00000000	-195.16970097	122.97869898	
[0737]	M6	0.00000000	111.85985762	1489.32638973
M5	0.00000000	410.81949788	1904.78959323	
M4	0.00000000	992.15730872	2222.31723561	
M3	0.00000000	-482.56707270	1729.00568653	
M2	0.00000000	-1585.17397046	981.97338980	

	表面	DCX	DCY	DCZ
[0738]	光阑	0.00000000	-1727.72829897	783.13904832
	M1	0.00000000	-2266.52701125	58.05513346
	物面	0.00000000	-2431.23130607	1600.02829943
[0739]	用于图22/23的表4a			
	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-6.81330581	0.00000000	-0.00000000
	M7	166.92645295	0.00000000	-0.00000000
	M6	65.44761820	0.00000000	-0.00000000
[0740]	M5	41.17768289	0.00000000	-0.00000000
	M4	-66.32591576	0.00000000	-0.00000000
	M3	26.39370949	0.00000000	-0.00000000
	M2	43.84283645	0.00000000	-0.00000000
	光阑	16.95641469	0.00000000	-0.00000000
	M1	164.87624817	0.00000000	-0.00000000
	物面	0.14372063	0.00000000	-0.00000000
[0741]	用于图22/23的表4b			
	表面	入射角 [度]	反射率	
	M8	6.78879174	0.66081702	
	M7	0.47469061	0.66566222	
	M6	78.06166814	0.85171082	
[0742]	M5	77.64639609	0.84568699	
	M4	5.02606661	0.66309175	
	M3	82.39990131	0.90859365	
	M2	79.98727228	0.87813250	
	M1	21.23546659	0.60543423	
	总传输率		0.1015	
[0743]	用于图22/23的表5			

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-103.18045715	0.00000000
	-38.19587382	-101.80911486	0.00000000
	-75.61417532	-97.73837268	0.00000000
	-111.48060482	-91.09640307	0.00000000
	-145.02805526	-82.09029073	0.00000000
	-175.50222111	-70.99475403	0.00000000
	-202.17051799	-58.13708869	0.00000000
	-224.33612423	-43.88214370	0.00000000
	-241.35841193	-28.62051048	0.00000000
	-252.67986085	-12.76035334	0.00000000
	-257.85795356	3.27889145	0.00000000
	-256.59867271	19.07356199	0.00000000
	-248.78648356	34.20626311	0.00000000
[0744]	-234.50514232	48.28188025	0.00000000
	-214.04516542	60.94874828	0.00000000
	-187.89688337	71.92090722	0.00000000
	-156.73117956	80.99526522	0.00000000
	-121.37190551	88.05708287	0.00000000
	-82.76429617	93.07042816	0.00000000
	-41.94278561	96.05359314	0.00000000
	-0.00000000	97.04230242	-0.00000000
	41.94278561	96.05359314	0.00000000
	82.76429617	93.07042816	-0.00000000
	121.37190551	88.05708287	0.00000000
	156.73117956	80.99526522	-0.00000000
	187.89688337	71.92090722	0.00000000
	214.04516542	60.94874828	-0.00000000
	234.50514232	48.28188025	0.00000000
	248.78648356	34.20626311	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	256.59867271	19.07356199	0.00000000
	257.85795356	3.27889145	0.00000000
	252.67986085	-12.76035334	0.00000000
	241.35841193	-28.62051048	0.00000000
	224.33612423	-43.88214370	0.00000000
[0745]	202.17051799	-58.13708869	0.00000000
	175.50222111	-70.99475403	0.00000000
	145.02805526	-82.09029073	0.00000000
	111.48060482	-91.09640307	0.00000000
	75.61417532	-97.73837268	0.00000000
	38.19587382	-101.80911486	0.00000000

[0746] 用于图22/23的表6

[0747] 投射光学单元35的总反射率为10.15%。

[0748] 投射光学单元35具有像侧数值孔径为0.49。像场8具有 $2 \times 13\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元35针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0749] 投射光学单元35具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2和M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。投射光学单元35具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0750] 在投射光学单元35中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0751] 主光线16在物面5中的入射角为 6.3° 。

[0752] 在图22的子午截面中,主光线以发散方式在物场4与反射镜M1之间延伸。在yz平面中,投射光学单元35的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4前方大约-6640mm。在xz平面(见图23)中,入射光瞳在投射光学单元35的成像光束路径中位于物场之后大约2750mm。反射镜M8限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元35的像侧数值孔径的15%。

[0753] 在xz截面(见图23)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0754] 物场4与像场8之间的z距离大约为1600mm。

[0755] 物/像偏移(d_{ois})大约为2430mm。

[0756] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是88mm。

[0757] 在投射光学单元35中,波前像差的扫描RMS值最多为 $10\text{m}\lambda$,平均为 $7\text{m}\lambda$ 。

[0758] 最大畸变值在x方向上最多为0.27nm,在y方向上最多为0.17nm。x方向的远心值在像场侧最多为0.01mrad,y方向的远心值在像场侧最多为0.06mrad。

[0759] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角 [度]	21.6	82.4	82.8	7.4	80.1	81.4	14.8	8.5
[0760] 反射镜范围 (x) [mm]	427.1	563.6	810.3	985.6	705.3	352.4	414.1	951.7
反射镜范围(y) [mm]	286.3	514.2	1144.8	52.4	219.4	367.8	248.0	928.2
最大反射镜直径 [mm]	427.5	569.8	1172.5	985.6	705.3	390.7	414.3	951.9

[0761] 用于图22/23的表7

[0762] 在yz平面(图22)中的反射镜M5上反射的区域中的光束路径中及在xz平面(图23)中的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。

[0763] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。遮挡值为15%。

[0764] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其它反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。

[0765] 反射镜M1、M3、M4、M5及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。其它反射镜M2、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0766] 下文基于图24及25说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元36的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至23的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图24显示投射光学单元36的子午截面。图25显示投射光学单元36的弧矢视图。

[0767] 投射光学单元36具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0768] 投射光学单元36实施为变形光学单元。在图24的yz截面中,投射光学单元36具有缩小成像比例 β_y 为6.00。在与其垂直的xz平面(见图25)中,投射光学单元36具有缩小成像比例 β_x 为5.40。

[0769] 这些不同的成像比例 β_x 、 β_y 导致物侧数值孔径在yz平面中比在xz平面中小,如从图24与25之间的比较可见。因此,在yz平面中获得有利的较小主光线角CRA0为6.7°。

[0770] 投射光学单元36的变形效应分布至反射镜M1至M8的所有光学表面。

[0771] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元36的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

	示例性实施例			图 24/25		
	NA			0.5		
	波长			13.5 nm		
[0772]	场尺寸_x			26.0 mm		
	场尺寸_y			1.2 mm		
	场曲率			0.0 1/mm		
	光阑			S9		
[0773]	用于图24/25的表1					
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0774]	M8	-898.65384451	0.00220986	-841.56029276	0.00239341	REFL
	M7	2519.21415981	-0.00079387	549.64538748	-0.00363883	REFL
	M6	5235.46738689	-0.00007321	18583.02763769	-0.00056159	REFL
	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
[0775]	M5	10320.35903473	-0.00004533	7043.08337008	-0.00121403	REFL
	M4	-2368.58450824	0.00084156	-1677.61856878	0.00119617	REFL
	M3	-14606.85237623	0.00001752	-34792.73073480	0.00044930	REFL
	M2	-3162.96579252	0.00011478	6044.71230342	-0.00182278	REFL
	M1	-33768.32490726	0.00005542	-1659.85010449	0.00128773	REFL
[0776]	用于图24/25的表2					

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-898.65384450	2519.21416000	5235.46738700
C7	-3.09391603e-08	-1.79559389e-07	1.24390263e-08
C9	-7.26824159e-09	6.05374011e-08	1.79529464e-08
C10	-9.17661523e-12	7.52464303e-10	7.73452408e-11
C12	-2.9215991e-11	2.51411627e-09	5.01854597e-11
C14	-1.54578064e-11	1.71853031e-09	1.59214758e-11
C16	-3.78292895e-14	-1.78811844e-12	-1.78827188e-13
[0777] C18	-3.15725802e-14	-3.28279723e-12	1.1629587e-13
C20	-3.25627497e-15	1.74708334e-12	2.90732297e-14
C21	-2.16930672e-17	1.21979378e-16	-1.17216554e-16
C23	-7.40935074e-17	8.73459133e-15	6.3593323e-16
C25	-8.27264393e-17	2.78760075e-14	3.63957206e-16
C27	-2.47378025e-17	7.97309374e-15	4.64399505e-17
C29	-4.00833778e-20	3.04883362e-18	1.20940283e-18
C31	-6.74348668e-20	1.05351029e-17	-7.33386432e-19
C33	-3.33712007e-20	-2.53301039e-17	1.04598017e-18
C35	-1.60060561e-21	5.51279308e-18	3.15382288e-20
C36	-3.38618723e-23	1.09644503e-20	2.10543991e-21
C38	-1.52108183e-22	5.20557325e-20	-7.17116902e-21

系数	M8	M7	M6
C40	-2.50184393e-22	9.91293267e-20	1.9344533e-21
C42	-1.55242331e-22	4.49100492e-20	5.1810958e-21
C44	-3.21754195e-23	6.12504902e-20	4.00057253e-22
C46	-2.56622324e-26	-2.34811653e-23	-2.20054661e-23
C48	-7.12044814e-26	-1.38827791e-22	2.11379653e-23
C50	-8.35229848e-26	-2.27120568e-22	4.24710944e-24
C52	-3.25877822e-26	1.63931776e-21	2.81218781e-23
C54	2.31523308e-27	2.29596466e-21	4.11520106e-24
C55	-3.22044427e-29	-8.38570398e-26	-3.16289259e-26
C57	-9.9283758e-29	-3.98833111e-25	7.96014291e-26
C59	-1.59623677e-28	4.49981655e-25	-2.36125333e-26
C61	-2.26350041e-28	4.86885671e-24	2.20987927e-26
C63	-2.16360896e-28	4.81078139e-24	9.17694081e-26
C65	-7.19034294e-29	3.12706869e-24	1.70276521e-26
[0778] C67	-1.66086944e-31	-1.00921794e-28	1.20992206e-28
C69	-7.09674851e-31	2.62297907e-28	-3.33093899e-28
C71	-1.00405146e-30	1.59366409e-27	7.45906143e-29
C73	-4.84392005e-31	6.24841362e-27	-1.78519939e-28
C75	1.6840288e-32	9.81013953e-27	1.67183371e-28
C77	5.33123321e-32	-2.64352603e-26	3.33232457e-29
C78	-7.76624666e-35	7.70090407e-31	2.36244673e-31
C80	-1.37504248e-33	7.418665e-30	3.27117525e-31
C82	-4.9730902e-33	1.12937368e-29	1.58945015e-30
C84	-6.93445436e-33	-2.16643844e-29	-1.71056833e-30
C86	-4.05050995e-33	-1.48561291e-28	-4.22081835e-31
C88	-7.44238878e-34	-3.70834394e-28	1.38420773e-31
C90	8.08789051e-35	-3.48344195e-28	2.57211573e-32
C92	3.79975278e-37	0	0
C94	2.54205485e-36	0	0
C96	5.28074116e-36	0	0

	系数	M8	M7	M6
	C98	4.78458863e-36	0	0
	C100	1.78186461e-36	0	0
	C102	1.09169331e-38	0	0
	C104	-1.69802736e-37	0	0
	C105	-3.93526201e-41	0	0
	C107	3.66634759e-39	0	0
	C109	1.99100717e-38	0	0
	C111	3.88960174e-38	0	0
	C113	3.36275392e-38	0	0
	C115	1.23397826e-38	0	0
	C117	5.74500356e-40	0	0
	C119	-5.43216154e-40	0	0
	C121	-8.13063603e-43	0	0
[0779]	C123	-6.57853328e-42	0	0
	C125	-1.84219693e-41	0	0
	C127	-2.4128622e-41	0	0
	C129	-1.58805249e-41	0	0
	C131	-4.8328677e-42	0	0
	C133	-1.37774875e-44	0	0
	C135	3.70992132e-43	0	0
	C136	-1.82426978e-46	0	0
	C138	-8.82948521e-45	0	0
	C140	-5.13522224e-44	0	0
	C142	-1.2576407e-43	0	0
	C144	-1.54936749e-43	0	0
	C146	-1.00539254e-43	0	0
	C148	-3.21138841e-44	0	0
	C150	-2.48902466e-45	0	0
	C152	8.34369753e-46	0	0
[0780]	用于图24/25的表3a			

系数	M5	M4	M3
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	10320.35903000	-2368.58450800	-14606.85238000
C7	-9.43984452e-08	-3.19780054e-08	3.42335843e-09
C9	-3.73977119e-08	-1.20873717e-08	5.71457986e-09
C10	2.4885219e-11	3.51515054e-13	-2.7196639e-11
C12	3.31374515e-11	3.35936518e-11	-8.28556705e-12
C14	1.23001091e-10	-4.20689147e-10	-4.37520677e-12
C16	9.60921501e-14	6.35312252e-16	3.97165731e-14
C18	3.06969842e-14	-2.04642026e-13	4.6038851e-16
C20	-1.81914837e-13	1.42057888e-12	4.04652695e-15
C21	-1.50139489e-16	3.20784131e-18	-6.41123154e-17
C23	-3.67530123e-16	-1.59859373e-17	-6.98459168e-18
C25	-5.85422242e-16	5.10844386e-16	-6.91809193e-18
C27	5.96794634e-16	-8.63505265e-15	-3.65944728e-18
C29	8.05074272e-19	9.21434731e-21	6.08393666e-20
C31	9.67423637e-19	-6.41403775e-20	1.32184653e-20
C33	2.74697274e-18	-3.17400432e-18	5.64881549e-21
C35	-2.10574097e-18	-5.68113418e-18	4.62810551e-21
C36	-4.19331352e-22	5.4673575e-24	-1.20159738e-22
C38	-1.48291097e-21	-5.66829369e-23	9.99813448e-24
C40	-8.89078399e-23	3.3289796e-21	-1.51187874e-24
C42	-1.30043929e-20	2.13230879e-20	2.57105484e-24
C44	-5.61941157e-23	1.28852422e-18	-2.83232079e-24
C46	1.22910541e-24	-3.93269304e-26	-8.4259963e-26
C48	2.63475255e-25	1.29025934e-24	-6.73035076e-27
C50	-1.61930052e-24	9.58130418e-23	-2.23952211e-26
C52	9.54851986e-23	-6.49564266e-22	-3.32643796e-26

[0781]

	系数	M5	M4	M3
	C54	6.18740883e-23	2.13466405e-20	-1.30243029e-26
	C55	-1.88937216e-28	4.62453335e-30	4.32699323e-29
	C57	7.92134564e-27	-6.42166267e-28	2.58106954e-28
	C59	-3.81767476e-26	-3.40516712e-27	-1.33435452e-28
	C61	-7.40042015e-26	1.13636915e-25	-1.31816559e-28
	C63	-5.91737902e-25	-2.28464211e-23	-6.13175237e-30
	C65	-5.90657031e-26	3.90274961e-23	-7.57941398e-30
	C67	-4.71910372e-30	-4.00537288e-32	-3.78181987e-31
	C69	-3.80842075e-29	9.29769453e-31	3.15234014e-32
[0782]	C71	3.45306237e-28	-9.14633256e-28	6.81155634e-31
	C73	4.06923505e-28	-7.07463203e-27	3.52501713e-31
	C75	1.89818188e-27	3.11226568e-25	4.51613912e-31
	C77	-1.59359386e-27	-1.02694094e-23	8.58516649e-32
	C78	5.39005499e-34	7.60475402e-36	5.47282581e-35
	C80	1.28802722e-32	1.82429692e-33	2.22708016e-34
	C82	8.88526683e-32	-1.0368376e-31	-5.0870717e-34
	C84	-1.07852034e-30	-7.6912987e-30	-3.01511969e-34
	C86	8.12932285e-32	7.77307244e-29	-6.5410886e-34
	C88	-2.93141855e-30	2.55070847e-27	-5.55696921e-34
	C90	4.98139974e-30	-9.99949267e-26	-6.9232932e-35

[0783] 用于图24/25的表3b

	系数	M2	M1
	KY	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000
[0784]	RX	-3162.96579300	-33768.32491000
	C7	-5.63006995e-09	-1.85162177e-07
	C9	2.52603119e-08	-5.82002845e-08
	C10	-1.63939568e-10	2.19843459e-11

系数	M2	M1
C12	-1.45434544e-10	4.34395623e-12
C14	3.07914787e-11	-3.90398966e-11
C16	1.19978873e-13	-4.02854058e-13
C18	2.91665979e-14	-3.53269108e-13
C20	7.14507418e-14	-8.06536713e-14
C21	-1.26157584e-16	1.50658497e-16
C23	-7.76330156e-17	1.09978734e-17
C25	-1.72160645e-16	-2.64878411e-16
C27	1.30511683e-16	-9.7675593e-17
C29	4.97077758e-19	1.94104108e-19
C31	7.3469712e-19	2.13721124e-19
C33	-1.6248826e-19	-1.17732749e-18
C35	2.44811103e-19	3.66216487e-19
C36	2.74716093e-22	-1.46887345e-21
[0785] C38	-4.42878488e-22	-2.52169606e-21
C40	4.31546413e-22	-4.89313142e-21
C42	-1.2501295e-21	-3.10103922e-21
C44	1.72029553e-22	-9.49213909e-21
C46	-1.32233821e-24	7.79166706e-25
C48	-5.97471372e-25	4.56312854e-25
C50	-1.02312238e-25	7.6643113e-24
C52	-5.04494501e-24	3.67536202e-23
C54	3.49233317e-25	1.65632978e-23
C55	-5.35422344e-27	2.17389317e-26
C57	-1.44886077e-26	6.10103532e-26
C59	-1.68015387e-26	3.72656392e-26
C61	-1.69820125e-27	4.8382551e-26
C63	-4.06228599e-27	7.94819696e-26
C65	4.73934877e-27	9.99358955e-26
C67	1.48192042e-29	-5.37391586e-30

	系数	M2	M1
	C69	2.75293606e-29	-7.66284246e-29
	C71	3.29720353e-29	-4.12938667e-28
	C73	6.35559729e-29	-6.45953223e-28
	C75	3.17464557e-29	-8.69448659e-28
	C77	1.55333959e-29	-5.55442684e-28
[0786]	C78	2.17458628e-32	-1.65616708e-31
	C80	8.59099937e-32	-4.90253105e-31
	C82	1.25586211e-31	8.5337234e-32
	C84	1.36897347e-31	9.42500117e-31
	C86	1.31238686e-31	7.66948893e-31
	C88	5.58974151e-32	8.26964826e-31
	C90	1.55246521e-32	5.2747466e-31
[0787]	用于图24/25的表3c		
	表面	DCX	DCY
	像面		DCZ
	M8	0.00000000	0.00000000
	M7	0.00000000	-1.67688632
	M6	0.00000000	764.65279783
	M5	0.00000000	-161.54058747
	M4	0.00000000	101.44072569
	M3	0.00000000	107.77496443
	M2	0.00000000	1280.58144822
	光阑	0.00000000	1553.84576956
	M1	0.00000000	1826.49875285
	物面	0.00000000	1414.13408128
		0.00000000	-411.29452134
		0.00000000	-1223.76315336
		0.00000000	879.35100849
		0.00000000	-1504.18673115
		0.00000000	497.47373340
		0.00000000	-1814.12306458
		0.00000000	26.60210356
		0.00000000	1636.55227043
[0789]	用于图24/25的表4a		
	表面	TLA[度]	TLB[度]
	像面		TLC[度]
[0790]		-0.00000000	0.00000000
			-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	M8	-6.69273798	0.00000000	-0.00000000
	M7	166.94928575	0.00000000	-0.00000000
	M6	66.32026554	0.00000000	-0.00000000
	M5	41.57752409	0.00000000	-0.00000000
[0791]	M4	-66.84946365	0.00000000	-0.00000000
	M3	26.18846526	0.00000000	-0.00000000
	M2	44.25467874	0.00000000	-0.00000000
	光阑	7.97043789	0.00000000	-0.00000000
	M1	165.88786281	0.00000000	-0.00000000
	物面	-0.94682585	0.00000000	-0.00000000

[0792] 用于图24/25的表4b

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	6.80770562	0.66078858
	M7	0.46825946	0.66566251
	M6	78.95126382	0.86420515
	M5	76.47302523	0.82792785
[0793]	M4	4.68878693	0.66344392
	M3	82.64944000	0.91162945
	M2	79.54179192	0.87221922
	M1	20.65816981	0.60938007
	总传输率		0.1012

[0794] 用于图24/25的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-112.35689068	0.00000000
	-28.34197084	-110.84444041	0.00000000
[0795]	-56.16590328	-106.34781797	0.00000000
	-82.95239148	-98.98955006	0.00000000
	-108.17910149	-88.97362778	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	-131.31951112	-76.58171221	0.00000000
	-151.84357438	-62.16431302	0.00000000
	-169.22272201	-46.12805914	0.00000000
	-182.94128521	-28.92188102	0.00000000
	-192.51547539	-11.02355542	0.00000000
	-197.52003878	7.07501300	0.00000000
	-197.62122485	24.88594680	0.00000000
	-192.61263704	41.94672857	0.00000000
	-182.44806396	57.84053853	0.00000000
	-167.26402703	72.21001749	-0.00000000
	-147.38653025	84.76311384	-0.00000000
	-123.32070623	95.27376291	-0.00000000
	-95.72644632	103.57890521	-0.00000000
	-65.38585433	109.57098767	-0.00000000
[0796]	-33.16868503	113.18678340	-0.00000000
	-0.00000000	114.39509163	0.00000000
	33.16868503	113.18678340	0.00000000
	65.38585433	109.57098767	0.00000000
	95.72644632	103.57890521	0.00000000
	123.32070623	95.27376291	-0.00000000
	147.38653025	84.76311384	0.00000000
	167.26402703	72.21001749	-0.00000000
	182.44806396	57.84053853	0.00000000
	192.61263704	41.94672857	0.00000000
	197.62122485	24.88594680	0.00000000
	197.52003878	7.07501300	0.00000000
	192.51547539	-11.02355542	0.00000000
	182.94128521	-28.92188102	0.00000000
	169.22272201	-46.12805914	0.00000000
	151.84357438	-62.16431302	-0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	131.31951112	-76.58171221	0.00000000
	108.17910149	-88.97362778	0.00000000
[0797]	82.95239148	-98.98955006	-0.00000000
	56.16590328	-106.34781797	0.00000000
	28.34197084	-110.84444041	0.00000000

[0798] 用于图24/25的表6

[0799] 投射光学单元36的总反射率为10.11%。

[0800] 投射光学单元36具有像侧数值孔径为0.50。像场8具有 $2 \times 13\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元36针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0801] 投射光学单元36具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2和M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。投射光学单元36具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0802] 在投射光学单元36中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0803] 主光线16在物面5中的入射角为 6.7° 。

[0804] 在xz平面(见图25)中,投射光学单元36的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4前方2225mm。在yz平面中,入射光瞳在投射光学单元36的成像光束路径中位于物场之后4000mm。从物场4发出的主光线24的范围因此在图24的子午截面中及图25的视图中均会聚。反射镜M8限定像侧遮挡,其在x维度上小于投射光学单元36的像侧数值孔径的18%。

[0805] 在xz截面(见图25)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0806] 物场4与像场8之间的z距离大约为1600mm。

[0807] 物/像偏移(d_{0IS})大约为2000mm。

[0808] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是71mm。

[0809] 在投射光学单元36中,波前像差的扫描RMS值最多为 $11\text{m}\lambda$,平均为 $10\text{m}\lambda$ 。

[0810] 最大畸变值在x方向上最多为0.10nm,在y方向上最多为0.32nm。x方向的远心值在像场侧最多为0.61mrad,y方向的远心值在像场侧最多为0.74mrad。

[0811] 其它反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
	21.3	83.2	84.3	6.2	78.6	81.9	15.1	8.3
[0812] 最大入射角 [度]	337.8	498.9	706.6	851.1	595.2	330.2	321.8	800.4
反射镜范围 (x) [mm]	293.4	499.9	596.7	91.9	262.9	436.4	205.1	782.9
反射镜范围(y) [mm]	337.9	529.5	807.8	851.2	595.3	442.3	321.9	801.2
最大反射镜直径 [mm]								

[0813] 用于图24/25的表7

[0814] 在yz平面(图24)中的反射镜M3与M4之间的区域中的光束路径中及在xz平面(图

25) 中的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。

[0815] 反射镜M8被遮挡,且包含通道开口17,用于使在反射镜M6与M7之间的成像光束路径中的照明光3通过。

[0816] 成像光束路径中仅最后反射镜M8包含用于成像光3的通道开口17。所有其它反射镜M1至M7均具有连续反射表面。使用反射镜M8在其通道开口17周围的反射表面。

[0817] 反射镜M1、M3、M4及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。其它的反射镜M2、M5、M6及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,且仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0818] 下文基于图26及27说明可在图1的投射曝光设备1中取代如投射光学单元7使用的投射光学单元37的又一实施例。相同参考符号相应地表示上文在图1至25的背景中已经说明的部件及功能,且不再详细论述。图26显示投射光学单元37的子午截面。图27显示投射光学单元37的弧矢视图。

[0819] 投射光学单元37具有总共8个反射镜M1至M8,其基本设计类似于如图2的投射光学单元7。

[0820] 投射光学单元37实施为变形光学单元。在图26的yz截面中,投射光学单元37具有缩小成像比例 β_y 为8.00。在与其垂直的xz平面(见图27)中,投射光学单元37具有缩小成像比例 β_x 为4.00。

[0821] 这些不同的成像比例 β_x 、 β_y 导致物侧数值孔径在yz平面中为在xz平面中的一半大小,如从图26与27之间的比较显而易见的。因此,在yz平面中获得有利的较小的主光线角CRA0为3.6°。

[0822] 投射光学单元37的变形效应分布至反射镜M1至M8的所有光学表面。

[0823] 反射镜M1至M8再次实施为自由形式表面反射镜,上文指明的自由形式表面方程式(1)对其适用。可从以下表格取得投射光学单元37的光学设计数据,所述表格在设计上对应于图2的投射光学单元7的表格。

示例性实施例		图 26/27
	NA	0.45
	波长	13.5 nm
[0824]	场尺寸_x	26.0 mm
	场尺寸_y	1.2 mm
	场曲率	0.007085 1/mm
	光阑	S9

[0825] 用于图26/27的表1

	表面	半径_x[mm]	屈光度_x[1/mm]	半径_y[mm]	屈光度_y[1/mm]	工作模式
	M8	-1175.11369749	0.00169070	-952.26534854	0.00211425	REFL
	M7	-3724.82086885	0.00050451	645.33108835	-0.00329838	REFL
	M6	4206.42425174	-0.00010535	-480502.53877982	0.00001879	REFL
[0826]	M5	29363.70859574	-0.00001475	10812.21558149	-0.00085442	REFL
	M4	-2837.31613225	0.00069810	-1775.43828212	0.00113745	REFL
	M3	14646.09252672	-0.00002459	20193.39993088	-0.00054992	REFL
	M2	-8591.25984962	0.00004428	-35101.90303378	0.00029955	REFL
	M1	-44223.29270437	0.00004251	-3327.73936048	0.00063940	REFL

[0827] 用于图26/27的表2

系数	M8	M7	M6
KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
RX	-1175.11369700	-3724.82086900	4206.42425200
C7	-1.45376933e-08	1.36379606e-07	-7.10374101e-08
C9	-1.22873208e-08	-2.63387155e-08	-3.11941218e-08
C10	-2.1470539e-11	3.8586011e-10	-2.47199046e-10
C12	-3.96186575e-11	5.63942817e-10	4.909512e-11
C14	-1.98735779e-11	2.24402337e-09	-4.82549835e-11
C16	-1.30420456e-15	7.62990824e-13	8.40182189e-13
C18	-6.32426869e-15	5.2611787e-12	-1.54721191e-13
C20	-2.91618922e-14	-8.64296247e-12	-6.95092865e-14
C21	-1.68020917e-17	1.79337812e-16	4.704138e-16
C23	-6.25679388e-17	6.25344238e-15	-1.98020462e-15
C25	-8.80198872e-17	9.42589658e-15	2.8630395e-16
C27	-2.15377736e-17	3.16333951e-15	-7.77736805e-17
C29	-4.600369e-20	8.50826753e-19	-8.89962473e-19
C31	-2.88783883e-20	2.46500403e-18	5.70734704e-18
C33	-8.24469634e-20	6.11421542e-18	-4.94608169e-19
C35	2.99965283e-20	2.68054245e-16	-5.37362862e-20
C36	-9.14144609e-23	-7.61482446e-22	-1.16419356e-20
C38	4.56746146e-23	-2.10318024e-20	-9.74634025e-21
C40	-7.5942581e-23	-5.13442867e-20	-1.73898241e-20
C42	-9.34952004e-23	-3.80153592e-19	1.16341028e-21
C44	8.70041492e-23	-1.58149457e-18	-5.56161657e-23
C46	2.46539099e-25	1.26001421e-23	2.22991592e-23
C48	8.63975279e-26	2.26904047e-22	-1.33814512e-23
C50	-4.64231072e-26	-6.94971301e-22	2.69140707e-23
C52	6.06567137e-26	-6.14162469e-21	-5.72930293e-24

[0828]

系数	M8	M7	M6
C54	-1.27628469e-25	-1.39892604e-20	-3.17383225e-26
C55	2.6730632e-28	1.6124594e-26	2.37901686e-25
C57	-4.04681746e-28	1.79194869e-26	5.74908171e-25
C59	-6.13934671e-28	-1.07916138e-24	5.16858652e-25
C61	-6.82989222e-28	-1.84874159e-24	2.29934781e-26
C63	3.76587364e-29	5.28129065e-24	1.41744145e-26
C65	-5.97299103e-28	4.17347416e-23	-6.38021913e-28
C67	-8.00678063e-31	-1.43486698e-28	-1.37565501e-27
C69	-1.53299808e-30	-1.07367054e-26	-2.50594871e-27
C71	-2.2827634e-30	-5.11892322e-26	-1.5202136e-27
C73	-9.22430613e-31	5.3567633e-26	5.54122224e-29
C75	-2.04873095e-31	5.18408279e-25	-2.72156696e-30
C77	-6.4177289e-32	5.33075313e-25	-1.86793706e-30
C78	-7.06113511e-34	-2.43461881e-32	-2.29557514e-30
[0829] C80	1.65419247e-33	-3.36354314e-30	-3.59407598e-30
C82	2.92887405e-33	-5.11443547e-29	-5.23025061e-30
C84	2.38944422e-33	-1.21605902e-28	-1.39956581e-30
C86	1.43540305e-33	3.51950254e-28	-9.71779804e-31
C88	-8.40166712e-34	1.05641088e-27	-2.99362195e-32
C90	2.0391317e-33	4.65391348e-28	-5.23904991e-33
C92	1.00499798e-36	-8.58357662e-34	1.34776694e-32
C94	4.02569735e-36	4.77402789e-32	4.44047422e-32
C96	7.01500616e-36	4.67883986e-31	4.16406381e-32
C98	8.04929982e-36	9.55009976e-31	1.04273961e-32
C100	4.68663927e-36	-3.2932887e-30	1.93974596e-33
C102	-1.29112855e-37	-1.71231238e-29	-1.56753621e-34
C104	9.67137076e-37	-7.97131674e-30	-1.47926534e-37
C105	1.11271388e-39	-3.44544264e-37	8.43323406e-36
C107	-4.76286158e-39	4.82999866e-36	-3.41901443e-35
C109	-1.118952e-38	3.91182791e-34	-8.08948161e-35

	系数	M8	M7	M6
	C111	-7.53155915e-39	2.39245204e-33	-5.40349834e-35
	C113	9.30385061e-40	2.7404568e-33	-1.00364838e-35
	C115	1.87013187e-39	-2.89625364e-32	-8.7229565e-37
	C117	6.90121236e-40	-5.01404328e-32	3.65273911e-37
	C119	-3.74212372e-39	-4.09799797e-32	1.12325475e-38
	C121	-9.54707202e-43	0	0
	C123	-2.62679834e-42	0	0
	C125	-8.36961189e-42	0	0
	C127	-1.27197695e-41	0	0
	C129	-1.69138752e-41	0	0
[0830]	C131	-1.47039402e-41	0	0
	C133	-6.44328143e-43	0	0
	C135	-1.4137325e-42	0	0
	C136	-6.29707457e-46	0	0
	C138	7.90022937e-45	0	0
	C140	1.78795966e-44	0	0
	C142	9.78046993e-46	0	0
	C144	-2.43869352e-44	0	0
	C146	-3.47062344e-44	0	0
	C148	-1.50798531e-44	0	0
	C150	1.06161581e-45	0	0
	C152	1.98865409e-45	0	0
[0831]	用于图26/27的表3a			
	系数	M5	M4	M3
	KY	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	KX	0.00000000	0.00000000	0.00000000
[0832]	RX	29363.70860000	-2837.31613200	14646.09253000
	C7	-4.08679454e-08	-2.2313771e-08	-2.40261236e-08

系数	M5	M4	M3
C9	-8.36871827e-08	-2.32045837e-07	-2.73422915e-08
C10	2.09705971e-12	3.04092615e-12	-2.9513388e-11
C12	2.51272222e-11	3.61049914e-11	-9.15077185e-12
C14	1.69227063e-10	-2.42492909e-10	2.00210463e-11
C16	5.53060661e-16	-2.0819334e-15	6.86342081e-15
C18	-9.23199034e-15	-7.74983288e-14	4.41510207e-16
C20	-4.027388e-13	-6.80249784e-13	-2.58531088e-14
C21	-3.47291575e-18	2.26580114e-19	-2.20608669e-18
C23	-3.45747429e-17	2.377501e-17	-2.05484907e-17
C25	-7.65596175e-17	5.04278865e-16	-3.59068158e-17
C27	9.79386352e-16	7.19302412e-15	1.79584203e-16
C29	2.90897557e-20	-1.01345449e-21	-6.1251551e-21
C31	1.0408761e-19	-1.71410922e-19	3.62781965e-20
C33	4.42359728e-19	-2.04391929e-18	1.22971099e-19
[0833] C35	-2.18936205e-18	-1.54712261e-16	1.94648572e-18
C36	1.30619995e-23	1.43899323e-26	1.07492344e-23
C38	-3.65876394e-23	-3.4203498e-24	5.58625518e-23
C40	-1.52815438e-22	-7.30927606e-22	1.48075572e-22
C42	-2.96583741e-21	-1.1688423e-20	1.16917436e-21
C44	5.7262241e-21	3.59003428e-18	-5.57317878e-21
C46	-1.6972836e-25	1.14473368e-27	-6.48101479e-28
C48	-4.74294826e-25	5.43217288e-26	-4.63479637e-25
C50	-7.95753522e-25	-1.137132e-23	-2.24743327e-24
C52	-3.26107419e-24	-4.83879624e-22	-4.28781689e-24
C54	-2.26528951e-23	4.56671842e-20	-1.67533641e-22
C55	-4.30900642e-29	5.10227319e-31	-1.05264632e-28
C57	2.89748678e-28	5.65706438e-29	-1.05218012e-28
C59	2.11195041e-27	4.28804717e-27	-1.31683082e-27
C61	5.0160429e-27	1.38412296e-24	-1.05261953e-26
C63	7.19967176e-26	-9.83289711e-24	-3.85154123e-26

系数	M5	M4	M3
C65	-4.08256809e-26	-1.6982784e-21	-4.65379054e-25
C67	5.05025434e-31	-6.95990045e-33	-3.11256872e-32
C69	1.42714944e-30	-1.33890648e-30	1.65988582e-30
C71	7.45092588e-30	-5.83117347e-29	1.56036122e-29
C73	1.99335578e-29	-2.28709957e-26	7.80549941e-29
C75	6.23811627e-28	2.13086029e-25	6.62602459e-29
C77	-2.27266233e-28	9.58109313e-24	3.88182163e-27
C78	5.21616902e-35	-2.18826289e-37	2.25858762e-34
C80	-3.89851427e-34	2.51802019e-35	1.96804001e-35
C82	-6.6719409e-33	6.15191756e-34	7.16915829e-33
C84	2.59908145e-32	-1.57558885e-30	8.22440794e-32
C86	-2.38366597e-31	1.52473073e-28	3.31913873e-31
C88	-6.81072162e-31	2.46751442e-27	5.7378916e-31
C90	2.30360439e-30	7.51106446e-26	2.96813954e-29
C92	-8.0899315e-37	6.76836149e-39	4.61223413e-38
C94	-9.2704549e-36	1.45298999e-36	-2.33835226e-36
C96	-6.4688252e-35	1.62712528e-34	-3.24259664e-35
C98	-9.76323269e-35	3.29916833e-32	-2.83361995e-34
C100	-1.72013015e-33	-5.56840797e-31	-9.31180311e-34
C102	-1.4852411e-32	-5.59819448e-29	-1.23445076e-34
C104	1.76323714e-32	-9.11469106e-28	7.59914928e-32
C105	2.70851366e-41	-3.10685744e-43	-1.38859727e-40
C107	2.70717847e-39	-1.41829562e-40	4.12766595e-40
C109	4.3484992e-38	-9.43723768e-39	-1.19038711e-38
C111	7.71332614e-38	-1.1727652e-36	-2.06952102e-37
C113	3.20979484e-37	-1.56794917e-34	-1.38822649e-36
C115	-2.94924599e-36	1.70010457e-33	-3.67358357e-36
C117	-3.38333116e-35	2.40858822e-31	-2.35890929e-36
C119	5.46219248e-35	2.39253918e-30	7.02180934e-35

[0834] 用于图26/27的表3b

系数	M2	M1
KY	0.00000000	0.00000000
KX	0.00000000	0.00000000
RX	-8591.25985000	-44223.29270000
C7	2.99148093e-08	-3.51511776e-08
C9	-2.75260874e-09	-7.11448809e-08
C10	5.55081545e-11	-4.10270779e-11
C12	-5.97183171e-12	-2.8217723e-11
C14	-4.06031762e-13	2.14989264e-10
C16	-2.79778356e-14	1.40795276e-13
C18	1.79288323e-14	8.05770554e-13
C20	-3.38327995e-15	-2.59389473e-13
C21	-3.48066202e-17	4.10045555e-17
[0836] C23	1.63939639e-17	-7.17948803e-16
C25	1.84526437e-18	-1.3131289e-15
C27	-1.02528315e-18	2.72912338e-16
C29	-1.3014589e-19	-4.68210382e-20
C31	-5.87409678e-21	1.02547618e-19
C33	-1.16533212e-20	-3.15126138e-18
C35	5.34922803e-21	-3.27597939e-18
C36	5.03657859e-22	3.82370931e-23
C38	-1.91027438e-22	1.12562095e-21
C40	-7.7852516e-23	8.84579475e-21
C42	-1.1265141e-23	6.72624215e-20
C44	-6.20839372e-25	-2.03858478e-20
C46	-2.10802913e-25	3.84408406e-24
C48	2.31729842e-25	4.44222408e-23
C50	5.57599755e-26	-2.10654686e-23
C52	7.03833262e-28	-3.99067489e-22

系数	M2	M1
C54	-1.44691171e-26	-4.82876579e-22
C55	-5.4662909e-28	-5.75573129e-29
C57	7.13770069e-28	1.05708712e-26
C59	9.05959984e-28	4.45669379e-26
C61	3.90484003e-28	-3.24661836e-27
C63	2.9845833e-29	-1.59551772e-24
C65	-2.62761246e-30	4.84788324e-24
C67	7.20493267e-31	-2.6429913e-29
C69	-1.50894693e-30	-9.20367529e-28
C71	-9.91502164e-31	-4.32416568e-27
C73	-1.90214439e-31	1.34332393e-27
C75	2.61487275e-32	2.39717536e-26
C77	2.34033428e-32	2.51255795e-26
C78	-2.16847329e-33	-8.54089655e-33
[0837] C80	-3.95387479e-33	-1.24782323e-31
C82	-5.79159657e-33	1.15198274e-30
C84	-3.51740059e-33	7.37679351e-30
C86	-9.22238958e-34	-4.65048215e-30
C88	-3.05983814e-35	-6.03530894e-30
C90	9.8645578e-36	-1.90490163e-28
C92	1.31596904e-36	2.57330157e-35
C94	7.63172154e-36	2.82127945e-33
C96	4.69550164e-36	2.41325577e-32
C98	1.33696127e-36	6.70244162e-32
C100	1.54304009e-37	-8.05861336e-32
C102	-3.22616636e-38	-4.38796518e-31
C104	-1.43000965e-38	-2.82969243e-31
C105	8.01929474e-40	3.73241981e-38
C107	3.2676891e-39	1.45855716e-36
C109	7.46821996e-39	3.02629332e-36

	系数	M2	M1
[0838]	C111	9.81393372e-39	-3.70759447e-35
	C113	4.50117184e-39	-1.1474833e-34
	C115	7.30739397e-40	5.05238578e-34
	C117	1.09045016e-42	1.19088272e-33
	C119	-8.75346337e-42	3.36419998e-33

[0839] 用于图26/27的表3c

	表面	DCX	DCY	DCZ
[0840]	像面	0.00000000	0.00000000	0.00000000
	M8	0.00000000	0.00000000	859.88832187
	M7	0.00000000	-176.20561941	108.16423659
	M6	0.00000000	-698.54439441	1140.58633390
	M5	-0.00000000	-716.55400301	1977.10005031
	M4	0.00000000	-472.43792140	2531.29159348
	M3	0.00000000	-1379.51266357	1438.63634577
	M2	0.00000000	-2608.29927284	741.99389453
	光阑	0.00000000	-2918.25887054	352.59739373
	M1	0.00000000	-3267.93714103	-86.69693993
	物面	0.00000000	-3324.46014880	2242.98343748

[0841] 用于图26/27的表4a

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
[0842]	像面	-0.00000000	0.00000000	-0.00000000
	M8	-6.59603822	0.00000000	-0.00000000
	M7	186.82219104	0.00000000	-0.00000000
	M6	104.03490485	-0.00000000	0.00000000
	M5	78.73015909	-0.00000000	-0.00000000
	M4	-31.73550573	0.00000000	-0.00000000
	M3	219.92622552	-0.00000000	-0.00000000

	表面	TLA[度]	TLB[度]	TLC[度]
	M2	40.51532074	0.00000000	-0.00000000
[0843]	光阑	19.04239581	180.00000000	0.00000000
	M1	161.43502849	-0.00000000	-0.00000000
	物面	-2.21167135	0.00000000	-0.00000000
[0844]	用于图26/27的表4b			

	表面	入射角 [度]	反射率
	M8	6.59603822	0.66110189
	M7	20.01426748	0.61355760
	M6	77.19844633	0.83904083
[0845]	M5	77.49680791	0.84348513
	M4	7.96247272	0.65888448
	M3	79.62420397	0.87332138
	M2	79.03510874	0.86535589
	M1	19.95481648	0.61393176
	总传输率		0.0878

[0846] 用于图26/27的表5

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	0.00000000	-219.15646259	0.00000000
	46.68638707	-216.35703508	0.00000000
	92.44920291	-208.03952648	0.00000000
	136.36850701	-194.43093148	0.00000000
[0847]	177.53246672	-175.88140650	0.00000000
	215.04126471	-152.86453345	0.00000000
	248.01037220	-125.99517818	0.00000000
	275.57900231	-96.03396498	0.00000000
	296.93376542	-63.85746854	0.00000000
	311.35383746	-30.38963121	0.00000000

	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
	318.27003544	3.49290551	0.00000000
	317.31667274	37.05306325	0.00000000
	308.35620881	69.73467689	0.00000000
	291.47003488	101.08900987	0.00000000
	266.93645742	130.63667071	0.00000000
	235.22482493	157.78791628	0.00000000
	197.00574657	181.83055596	0.00000000
	153.16053621	201.92815248	0.00000000
	104.79070426	217.17246634	0.00000000
	53.22556587	226.71903168	0.00000000
	0.00000000	229.97244838	-0.00000000
	-53.22556587	226.71903168	0.00000000
	-104.79070426	217.17246634	0.00000000
	-153.16053621	201.92815248	-0.00000000
[0848]	-197.00574657	181.83055596	0.00000000
	-235.22482493	157.78791628	0.00000000
	-266.93645742	130.63667071	0.00000000
	-291.47003488	101.08900987	0.00000000
	-308.35620881	69.73467689	0.00000000
	-317.31667274	37.05306325	0.00000000
	-318.27003544	3.49290551	0.00000000
	-311.35383746	-30.38963121	0.00000000
	-296.93376542	-63.85746854	0.00000000
	-275.57900231	-96.03396498	0.00000000
	-248.01037220	-125.99517818	0.00000000
	-215.04126471	-152.86453345	0.00000000
	-177.53246672	-175.88140650	0.00000000
	-136.36850701	-194.43093148	0.00000000
	-92.44920291	-208.03952648	0.00000000
	-46.68638707	-216.35703508	0.00000000

[0849] 用于图26/27的表6

[0850] 投射光学单元37的总反射率为8.78%。

[0851] 投射光学单元37具有像侧数值孔径为0.45。像场8具有 $2 \times 13\text{mm}$ 的x范围及1.20mm的y范围。投射光学单元37针对13.5nm的照明光3的工作波长进行优化。

[0852] 投射光学单元37具有精确的八个反射镜M1至M8。一方面反射镜M2和M3及另一方面反射镜M5、M6实施为用于掠入射的反射镜,各在成像光束路径中布置为一个直接接着另一个的反射镜对。反射镜M2和M3在xy平面中沿相反方向偏转主光线16。投射光学单元37具有精确的四个用于掠入射的反射镜,即反射镜M2、M3、M5及M6。反射镜M1、M4、M7及M8实施为用于法线入射的反射镜。

[0853] 在投射光学单元37中,光阑18布置在反射镜M1与M2之间的光束路径中,接近反射镜M2上的掠入射。替代地或额外地,光阑可直接布置在反射镜M2的表面上。

[0854] 在xz平面(见图27)中,投射光学单元37的入射光瞳在照明光的光束路径中位于物场4之后3000mm。在yz平面中,入射光瞳在投射光学单元37的成像光束路径中位于物场之后3100mm。从物场4发出的主光线26的范围因此在图26的子午截面中及图27的视图中均会聚。

[0855] 在xz截面(见图27)中,相比于光阑18在yz截面中的位置,光阑18可位于沿z方向位移的位置处。

[0856] 物场4与像场8之间的z距离大约为2100mm。

[0857] 物/像偏移(d_{OIS})大约为3400mm。

[0858] 在反射镜M7与像场8之间的自由工作距离是86mm。

[0859] 在投射光学单元37中,波前像差的扫描RMS值最多为 $18\text{m}\lambda$,平均为 $14\text{m}\lambda$ 。

[0860] 最大畸变值在x方向上最多为0.15nm,在y方向上最多为0.14nm。x方向的远心值在像场侧最多为1.17mrad,y方向的远心值在像场侧最多为2.77mrad。

[0861] 其他反射镜数据显现在以下表格中。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
最大入射角[度]	21.3	81.7	83.1	8.8	78.7	80.3	31.6	8.5
[0862] 反射镜范围 (x) [mm]	548.7	753.9	1041.9	1335.9	970.3	391.0	475.7	814.4
反射镜范围(y) [mm]	282.8	1204.8	373.1	115.5	344.4	626.7	219.4	791.0
最大反射镜直径 [mm]	548.7	1204.8	1042.0	1336.0	970.3	628.1	475.8	815.2

[0863] 用于图26/27的表7

[0864] 在yz平面(图26)中的反射镜M3上反射的区域中的光束路径中及在平行于xz平面(图27)的反射镜M6与M7之间的成像光束路径区域中有中间像19。

[0865] 在光束路径中的最后反射镜M8未被遮挡。照明光3在反射镜M6与M7之间的局部光束路径中被引导经过连续使用的反射镜M8。所有反射镜M1至M8均具有连续使用反射表面。

[0866] 反射镜M1、M2、M4、M6及M8具有负值半径,即,原则上为凹面反射镜。反射镜M3、M5及M7具有正值半径,即,原则上为凸面反射镜。用于掠入射的反射镜M2、M3、M5及M6具有很大的半径,即,仅与平面反射表面构成较小偏差。

[0867] 在以下表I和II中再次概述上述投射光学单元的一些数据。相应第一列用于将数据分配给相应示例性实施例。

[0868] 下表I概述以下光学参数:数值孔径(NA)、在x方向上的像场范围(场大小X)、在y方向上的像场范围(场大小Y)、像场曲率(场曲率)及总反射率或系统传输率(传输率)。

[0869] 下表II指定以下参数:“反射镜类型的顺序”(反射镜类型顺序)、“反射镜偏转效应的顺序”(反射镜旋转顺序)、“xz平面中的折射屈光度顺序”(x屈光度顺序)及“yz平面中的折射屈光度顺序”(y屈光度顺序)。这些顺序各以光束路径中的最后反射镜开始,即,按照反向的光束方向。举例而言,顺序“LORRLLLR”有关图2的实施例中顺序M8至M1的偏转效应。

图	NA	场大小 X	场大小 Y	场曲率	传输率 %
[0870]		[mm]	[mm]	[1/mm]	
2	0.45	13	0.784	0	10.43
3	0.45	13	0.95	0	13.09
4	0.45	13	0.72	0	13.32
5	0.45	13	0.98	0	14.73
6	0.45	13	0.784	0	8.11
7	0.45	13	0.784	0	9.88
8	0.45	13	0.784	0	10.04
9	0.45	13	0.784	0	8.83
[0871] 10	0.45	13	0.784	0	7.89
14, 15	0.6	13	1.2	0.04931455	8.67
16, 17	0.63	13	1.2	0	9.95
18, 19	0.55	13	1.2	0	10.03
20, 21	0.55	26	1.2	0	10.17
22, 23	0.49	26	1.6	0	10.15
24, 25	0.5	26	1.2	0	10.12
26, 27	0.45	26	1.2	0.0070855	8.78
[0872] 表1					

图	反射镜类型顺序	反射镜旋转顺序	x 屈光度顺	y 屈光度顺
			序	序
2	NNGGNGGN	L0RRLLLR	+--++++-	+--++-++
3	NNNNGG	00RLLL	+---++	+--+--+
4	NNNNGG	R0RRRR	+--+++	+--+--+
5	NNNNGGG	00RLRLR	+--+--+	+--+--+
[0873] 6	NNGGNGGN	RRLRRLRL	+--+++-+	+--++-+
7	NNGGNGGN	R0LRRLRL	+--+++++	+--+--++
8	NNGGNGGN	R0RLRLRL	+--++-++	+--++-+
9	NNGGNGGN	R0LLRRRL	+--+---+	+---+--+
10	NNGGNGGNG	R0LLRRRLL	+--+---+	+---+--+
14, 15	NNGGNGGN	LRRRLLLR	+--++++-	+--+--++
16, 17	NNGGNGGN	LRRRLLLR	+---+++-	+---++-+
18, 19	NNGGNGGN	L0RRLLLR	+---+++-	+---++-+
20, 21	NNGGNGGN	L0RRLLLR	+---++++	+---++-+
[0874] 22, 23	NNGGNGGN	L0RRLLLR	+---++++	+---++-+
24, 25	NNGGNGGN	L0RRLLLR	+---++++	+---++-+
26, 27	NNGGNGGN	LRRRLRLR	++--+++	+--+--++

[0875] 表2

[0876] 在反射镜类型中,规格“N”有关法线入射(NI)反射镜,命名“G”有关掠入射(GI)反射镜。在折射屈光度顺序中,“+”表示凹面反射镜表面,“-”表示凸面反射镜表面。在比较x和y上的折射屈光度顺序时,可看到实际上所有示例性实施例(如图5的实施例除外)具有x和y上的不同折射屈光度顺序。举例而言,图2的实施例的反射镜M1在x方向上为凸的(折射屈光度“-”,负折射屈光度),在y方向上为凹的(折射屈光度“+”,正折射屈光度)。这些在x和y上具有不同符号的折射屈光度的反射镜构成鞍状表面。

[0877] 图5及10的实施例除外,GI反射镜总是成对出现,如可从表II中反射镜类型的顺序所看出。在图5的实施例中,三个GI反射镜中一个位于另一个之后,即反射镜M1至M3。在图10的实施例中,有单个GI反射镜,即反射镜M1。

[0878] 图6至9及图14至27的实施例的反射镜类型顺序对于反射镜M8至M1一样均为NNGGNGGN。图14至17及图27的实施例对于反射镜M8至M1具有相同的偏转效应顺序,即LRRLLLR。图18至25的实施例继而对于反射镜M8至M1具有相同的偏转效应顺序,即L0RRLLLR。

[0879] 关于折射屈光度顺序,图7的实施例具有五个在xz平面中具有正折射屈光度的连续反射镜,即反射镜M1至M5。其他实施例具有四个在xz平面中具有正折射屈光度的连续反

射镜。图8及22的实施例具有三个布置为一个接着另一个的反射镜,它们各在yz平面中具有正折射屈光度,即各例中的反射镜M3至M5。上文论述其设计数据的其他示例性实施例不具有多于两个的在yz平面中具有正折射屈光度的连续反射镜。

[0880] 上述投射光学单元的多个实施例不具有两个在xz平面或在yz平面中具有正折射屈光度的连续反射镜。图5的实施例不具有两个在平面xz及yz中皆具有正折射屈光度的连续反射镜。

[0881] 为制造微结构化或纳米结构化部件,如下使用投射曝光设备1:首先提供反射掩模10或掩模母版与基板或晶片11。之后,借助投射曝光设备1,将掩模母版10上的结构投射至晶片11的感光层上。通过显影感光层,接着在晶片11上产生微结构或纳米结构,以及因此产生微结构化部件。

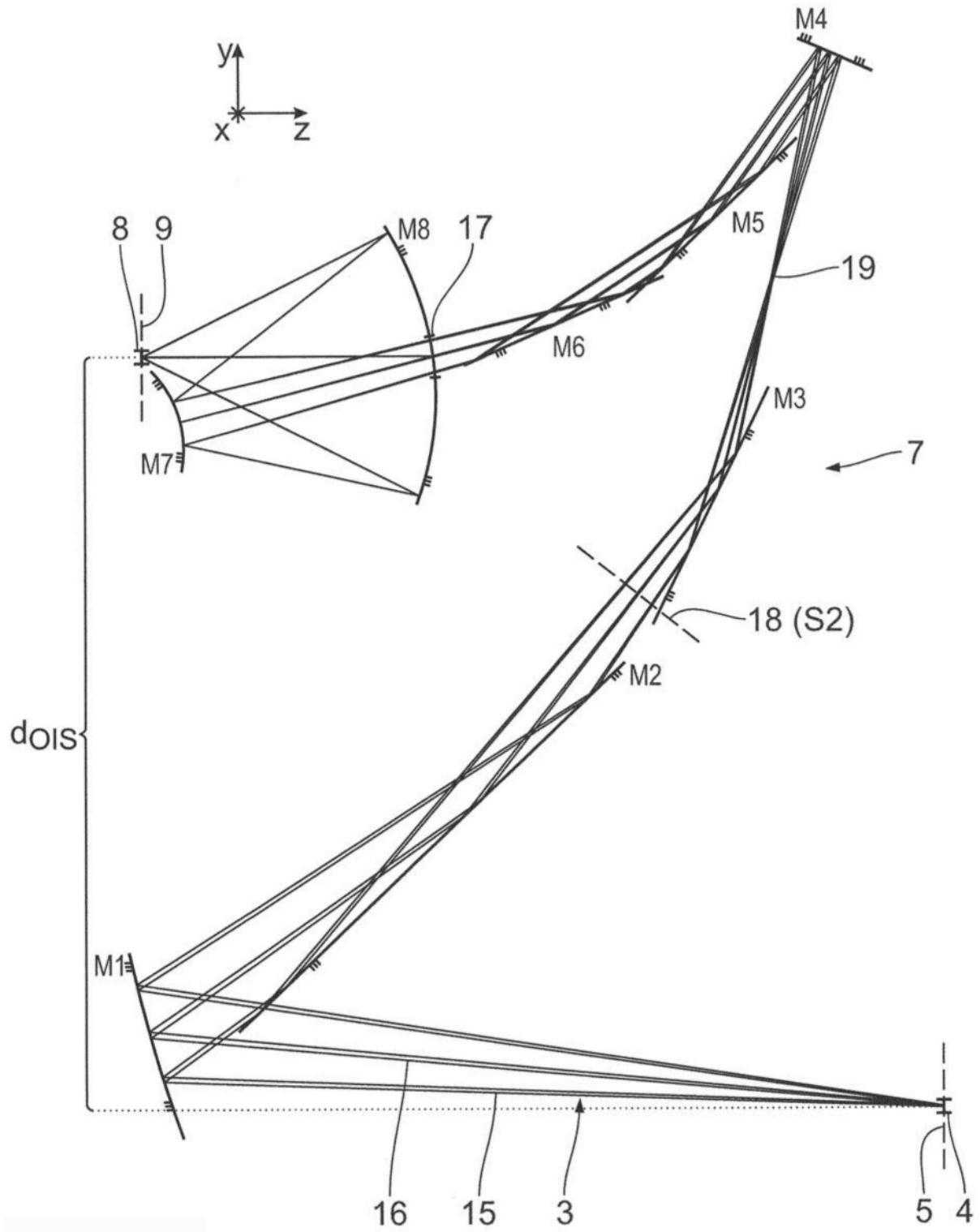


图2

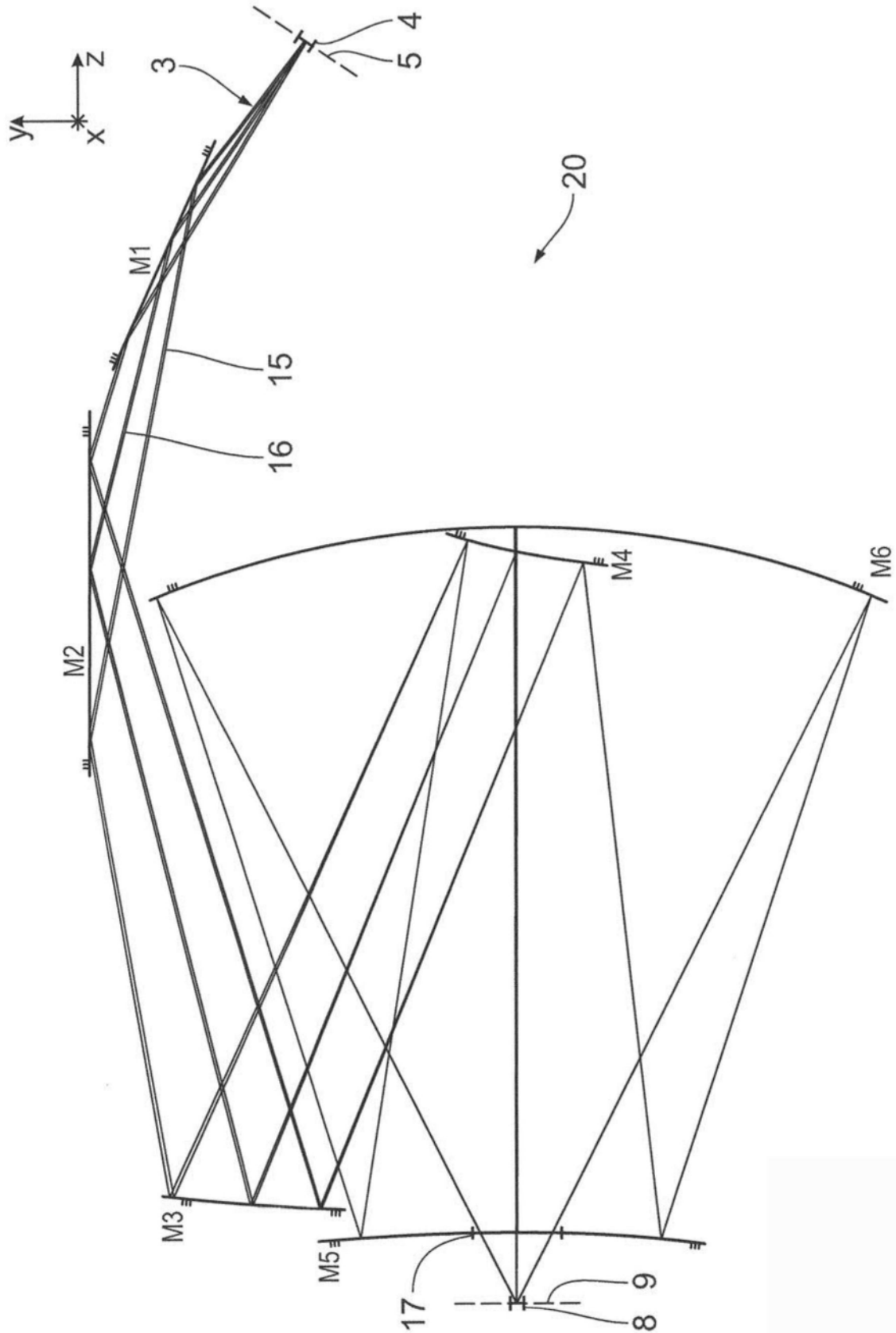


图3

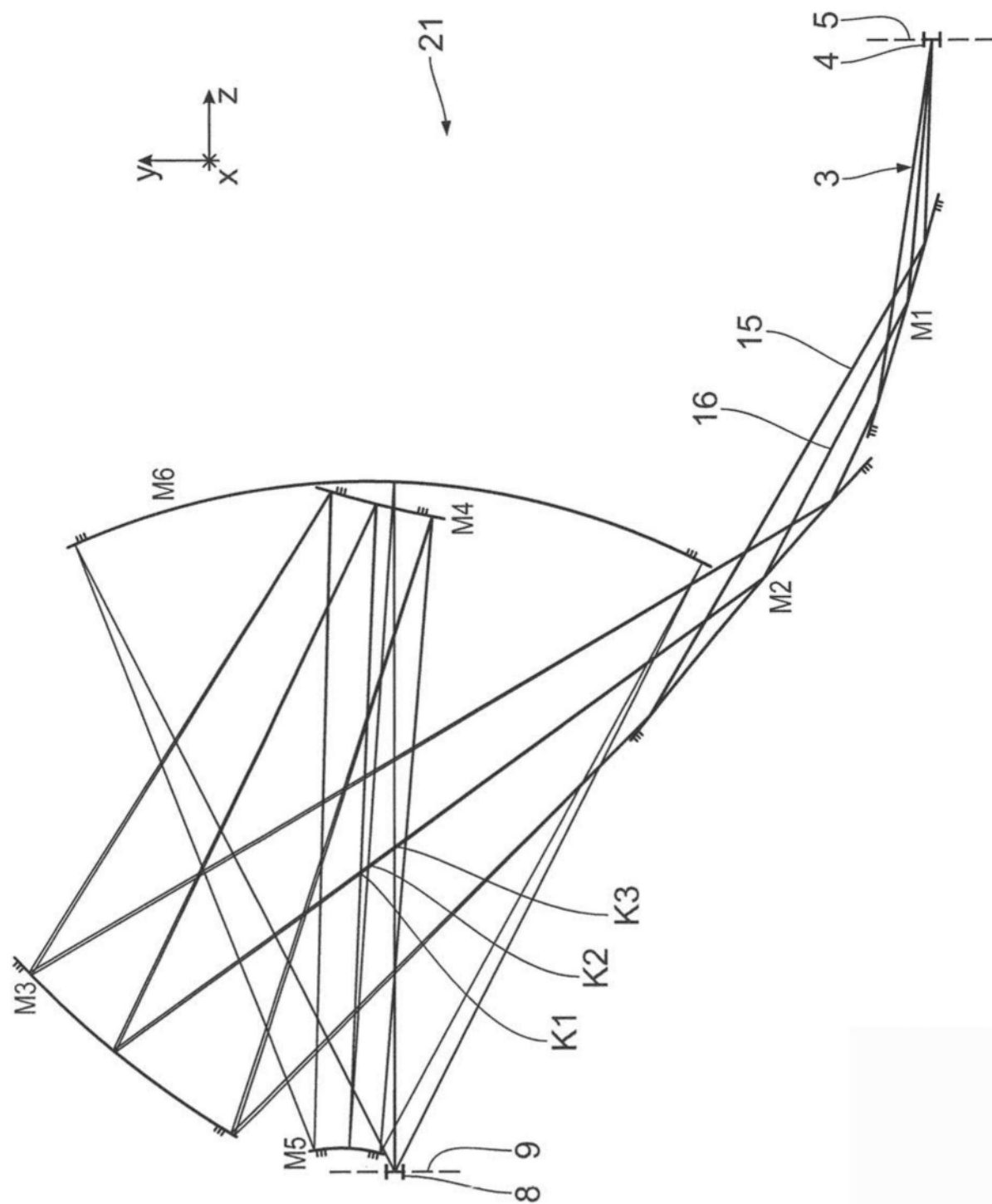


图4

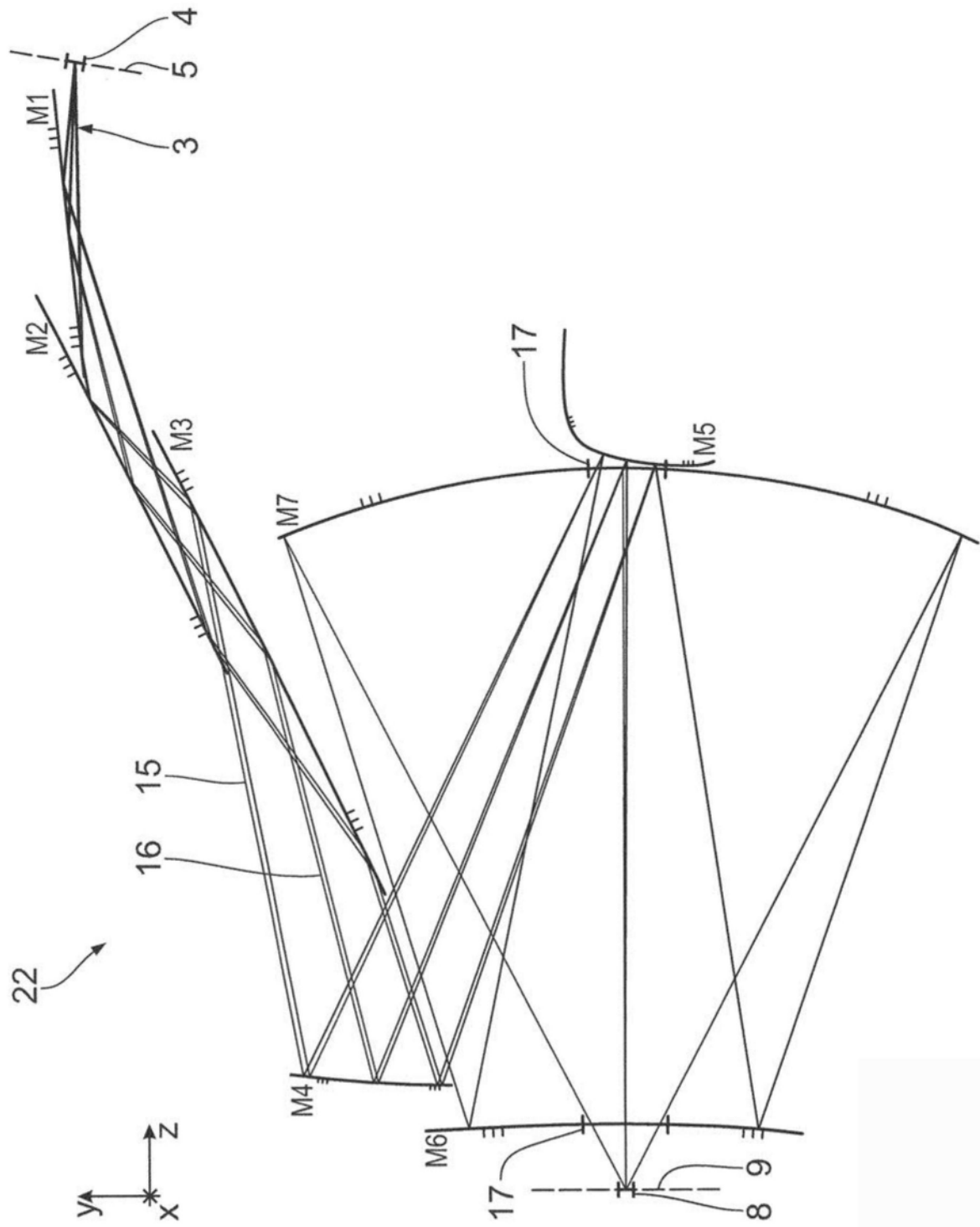


图5

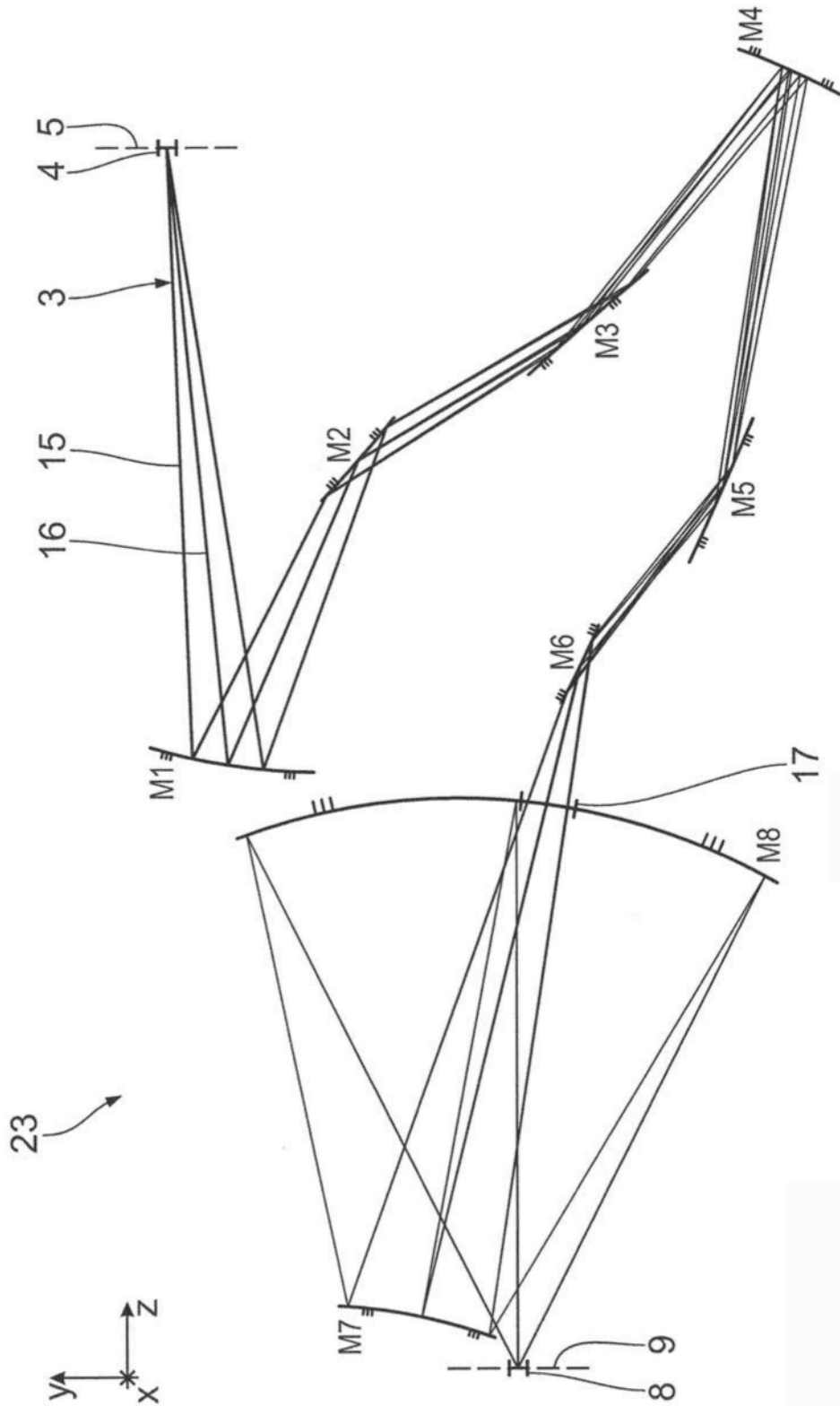


图6

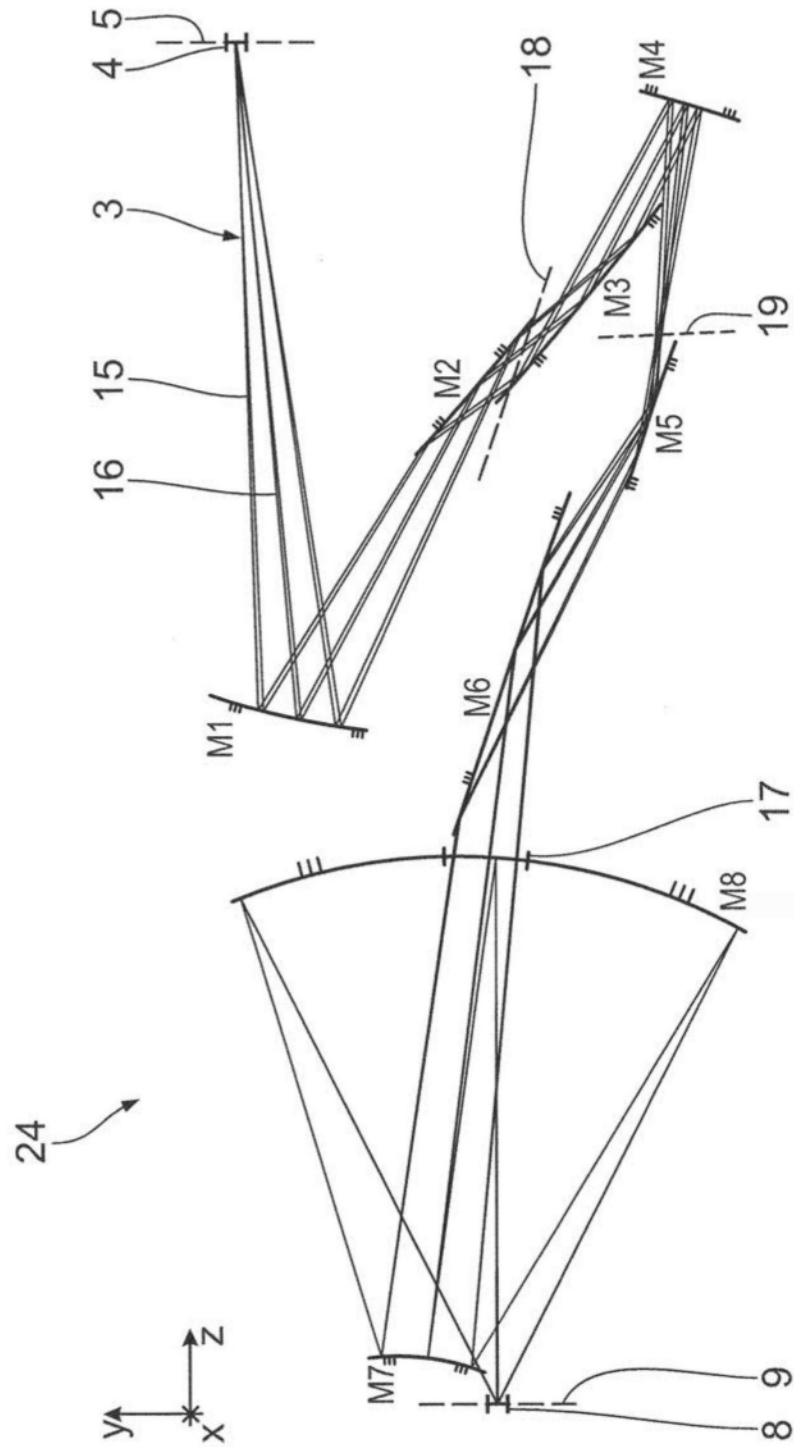


图7

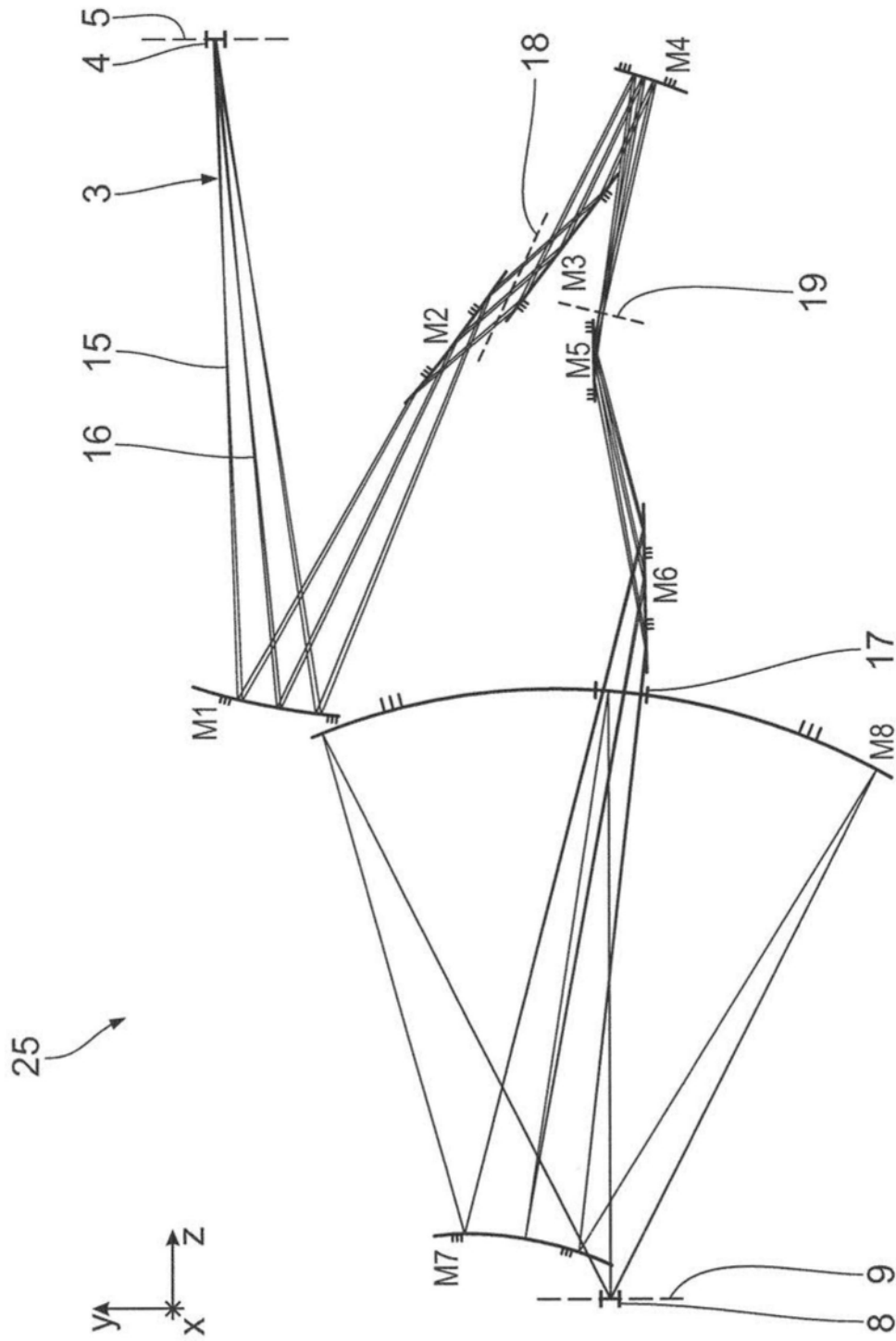


图8

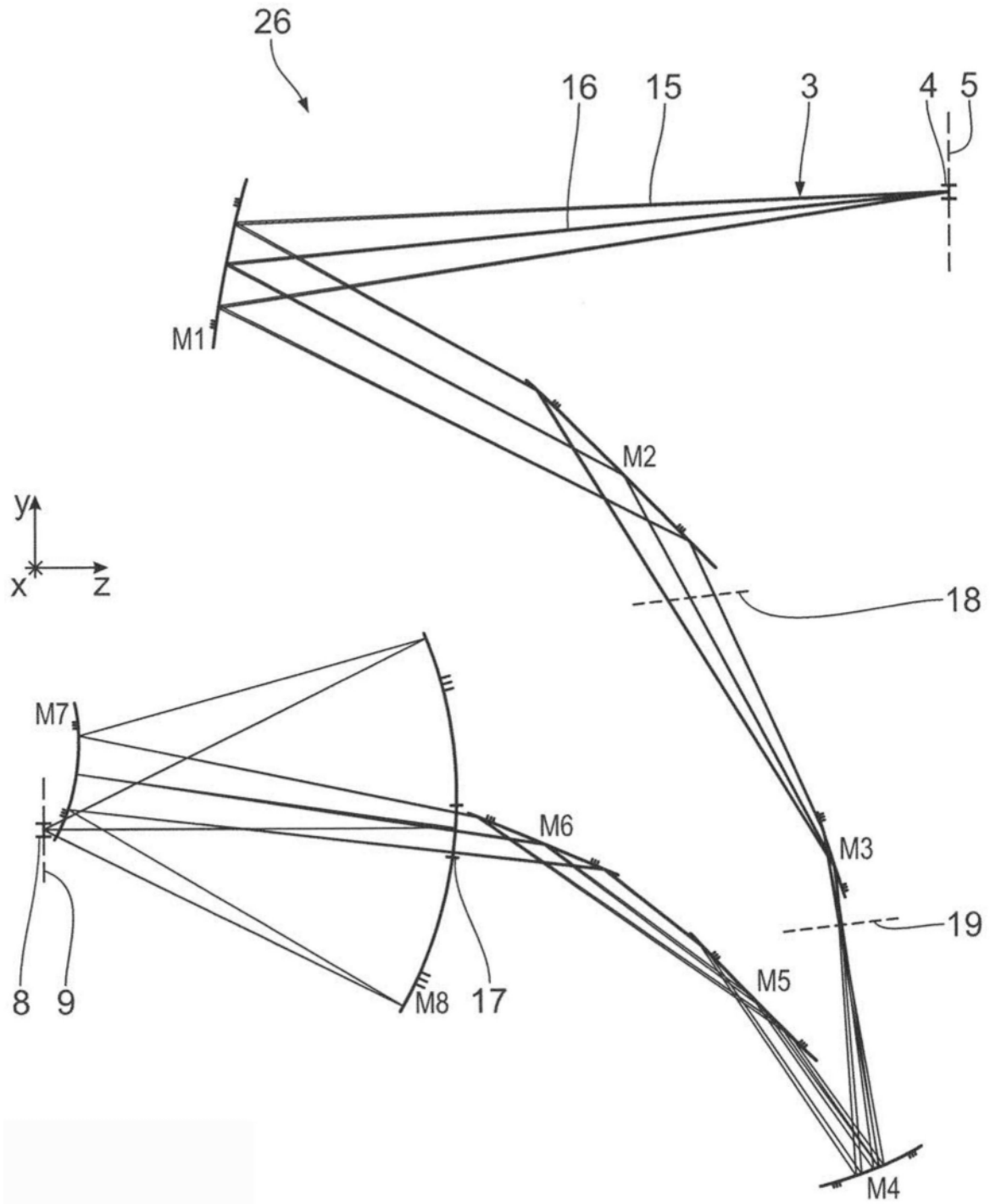


图9

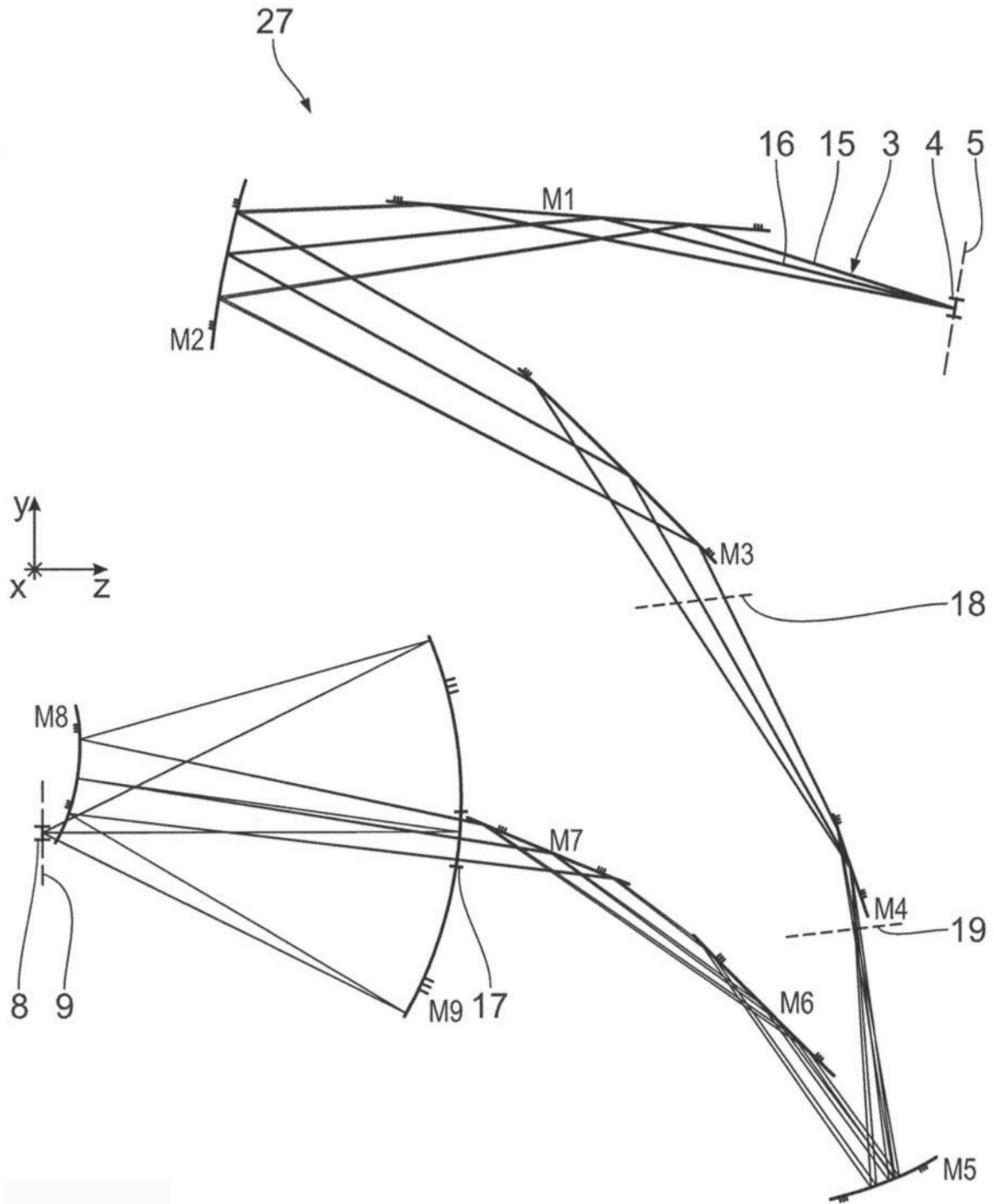


图10

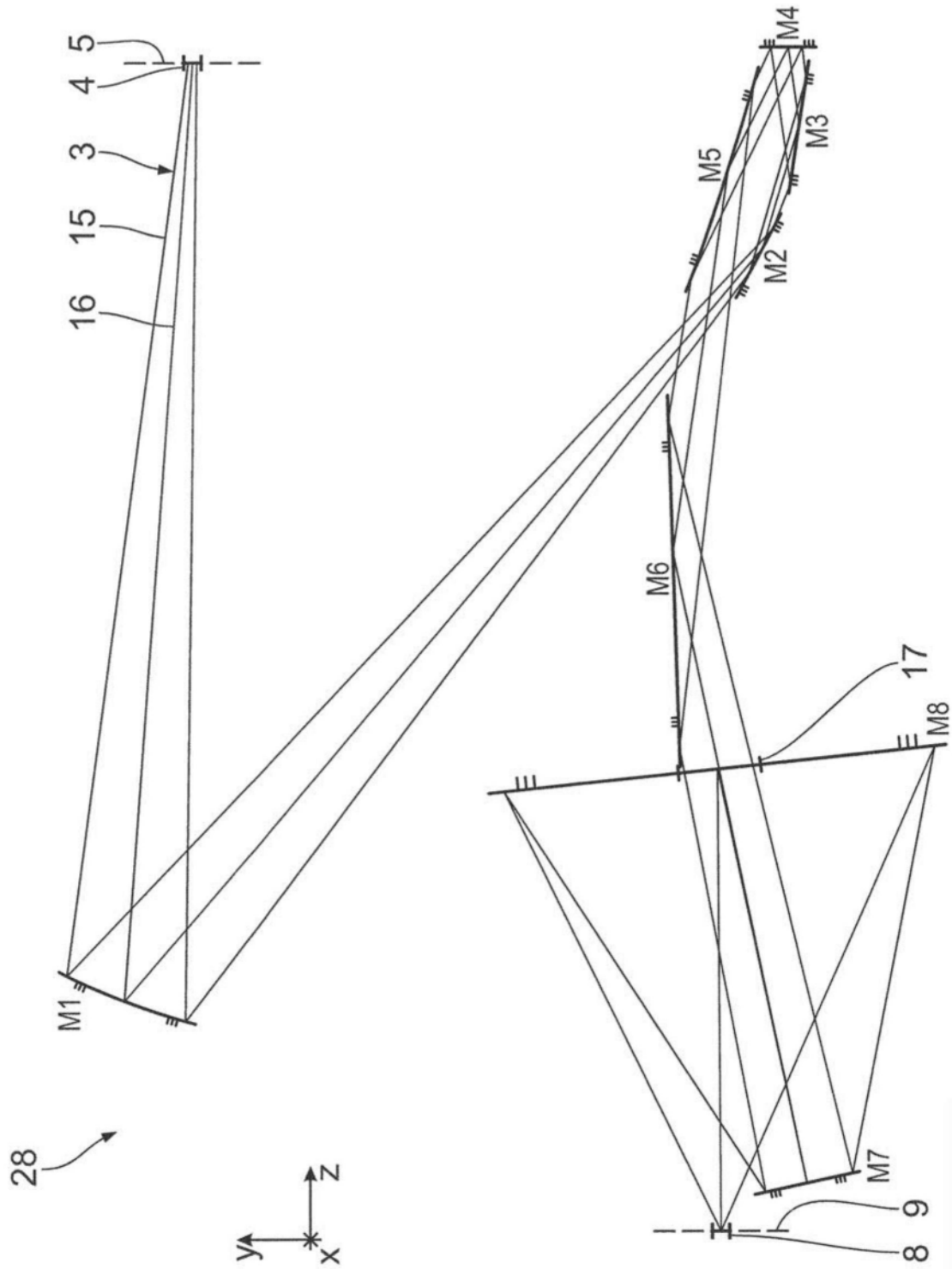


图11

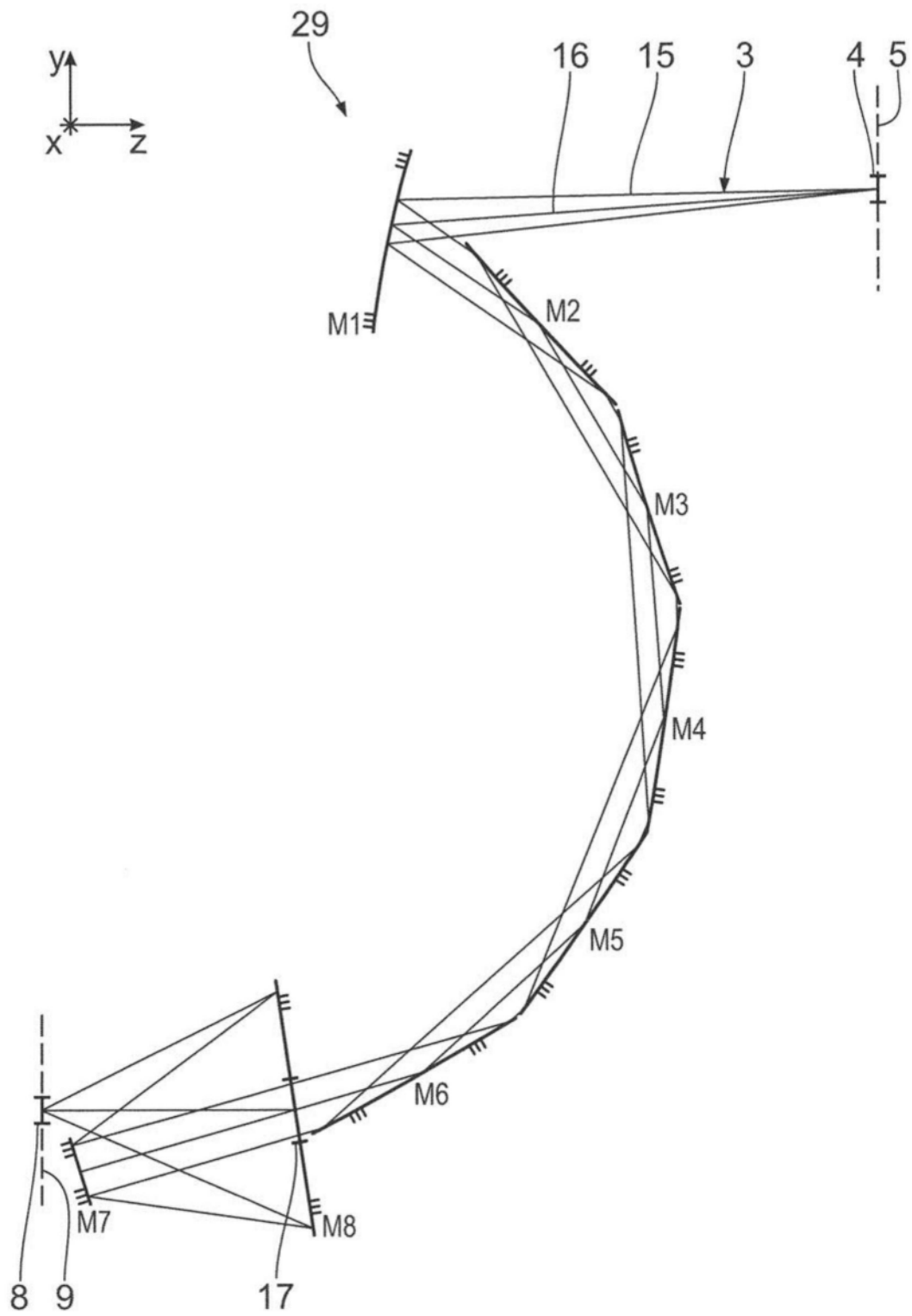


图12

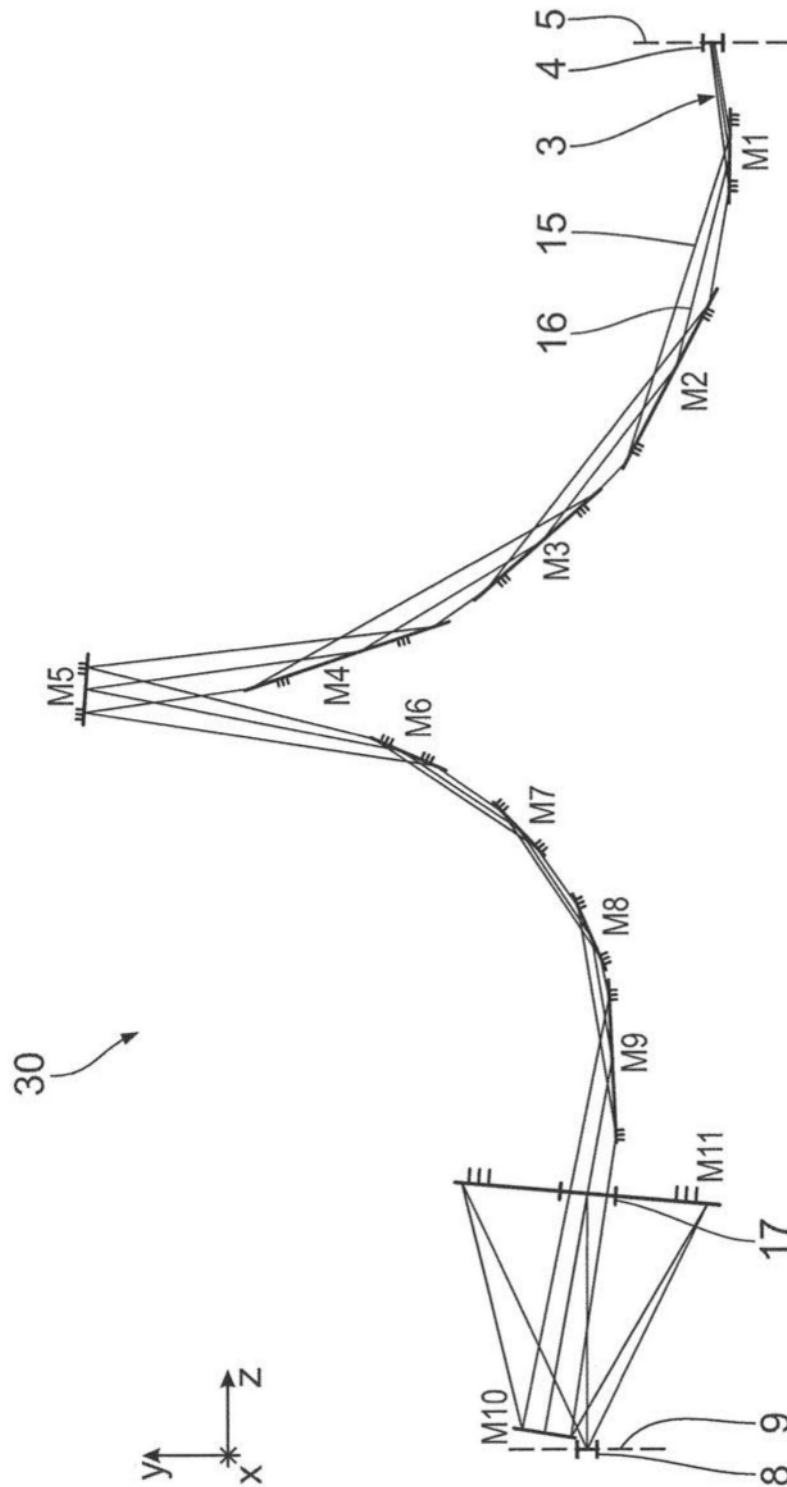


图13

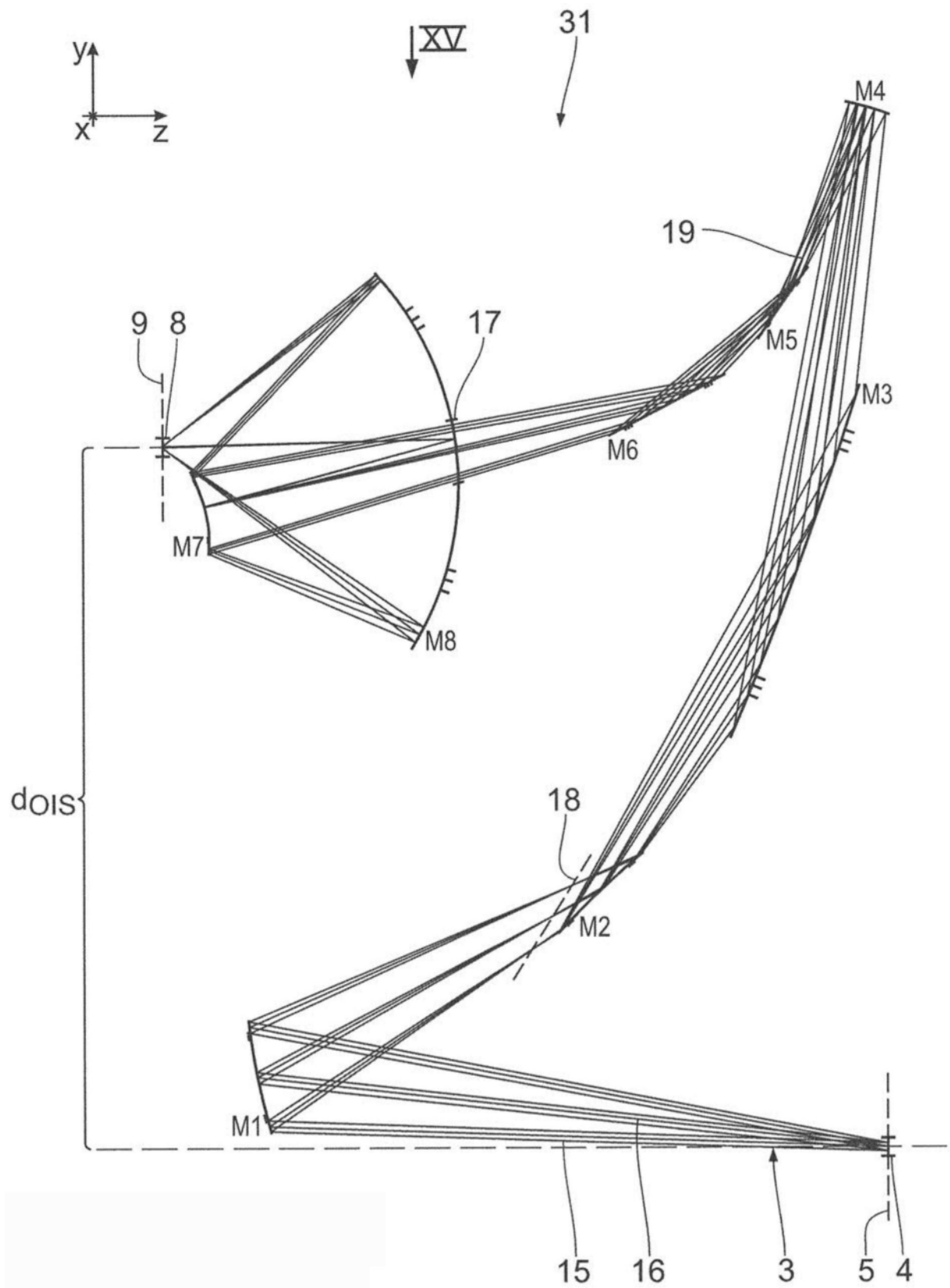


图14

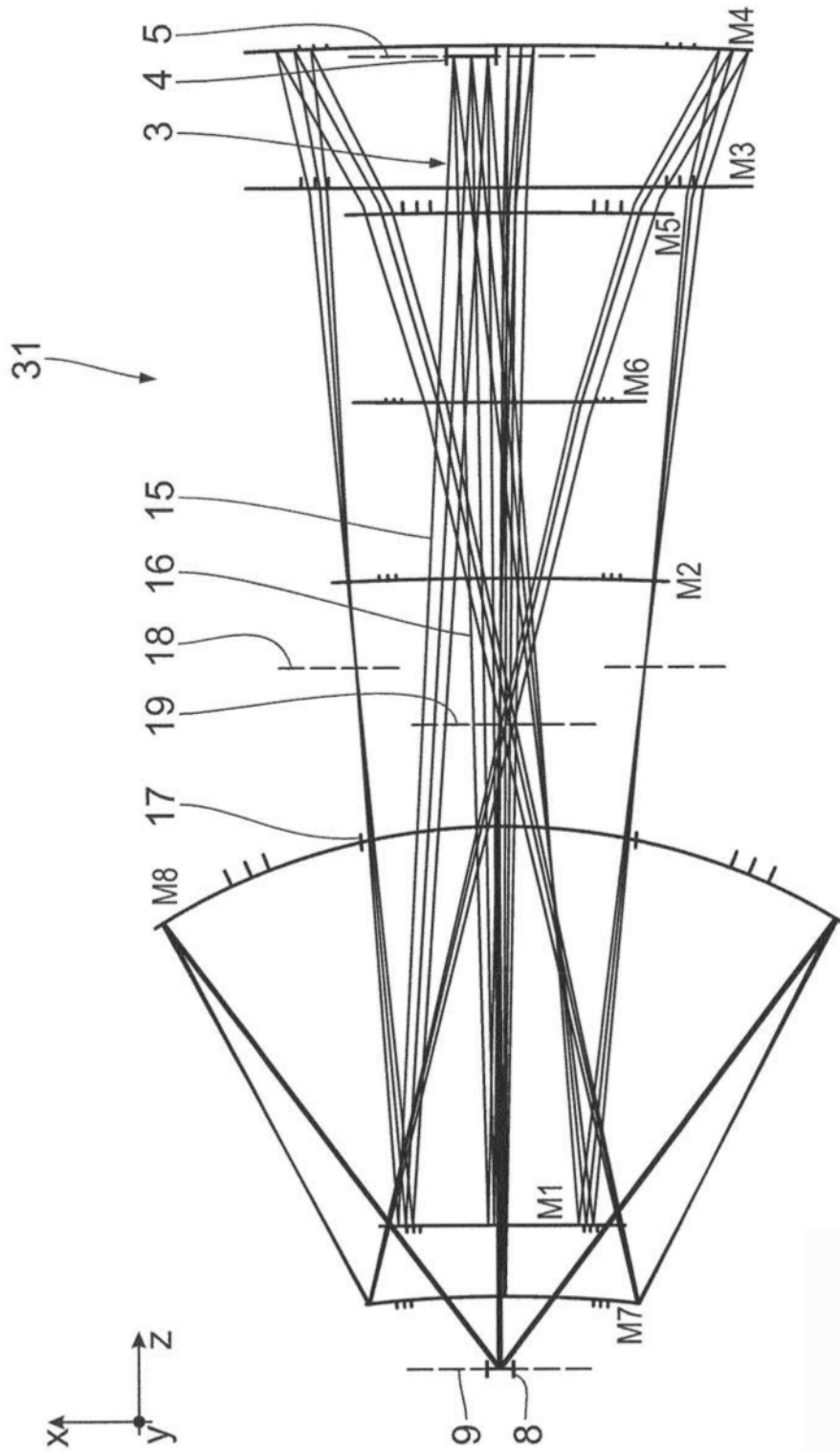


图15

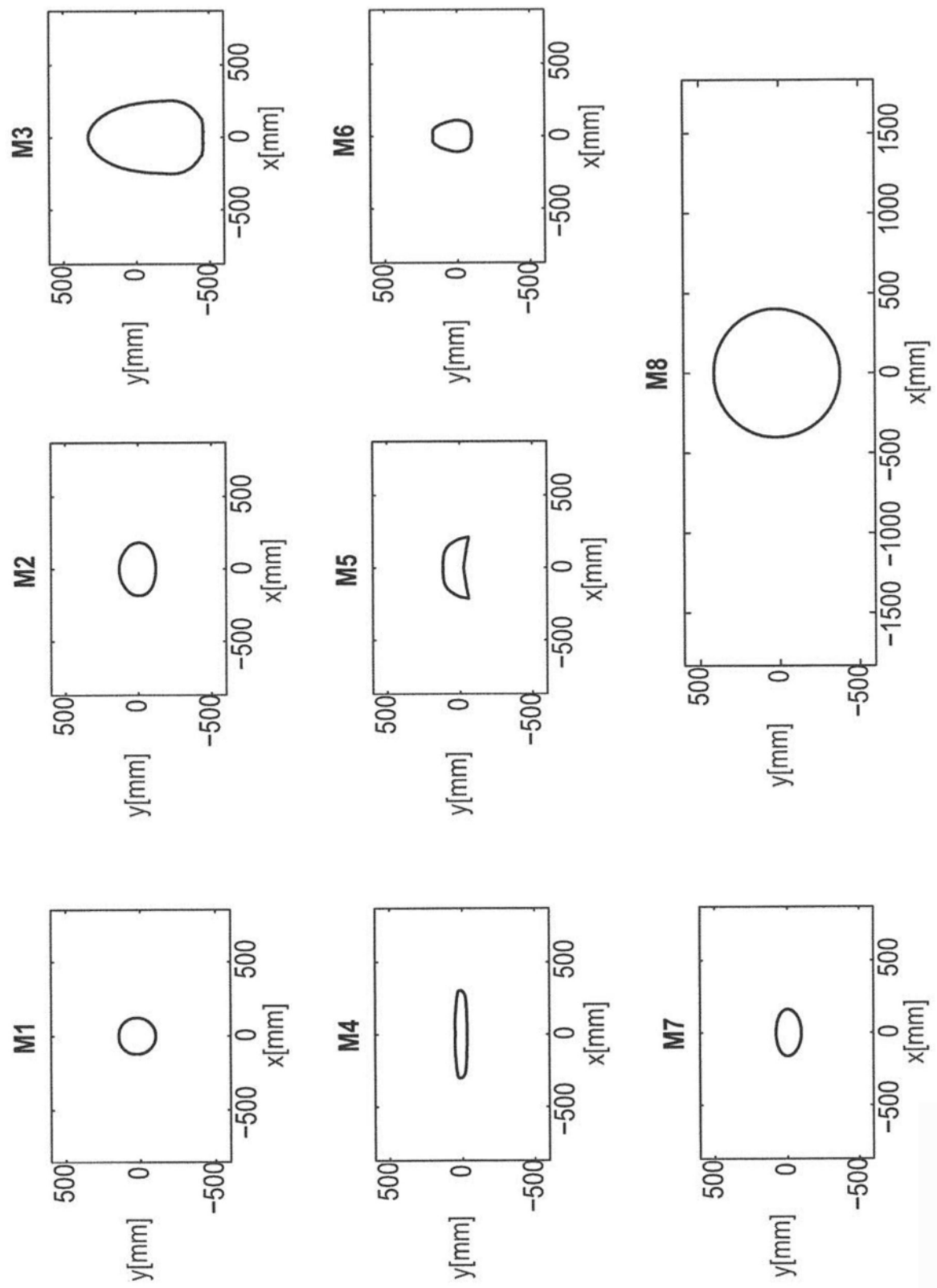


图15A

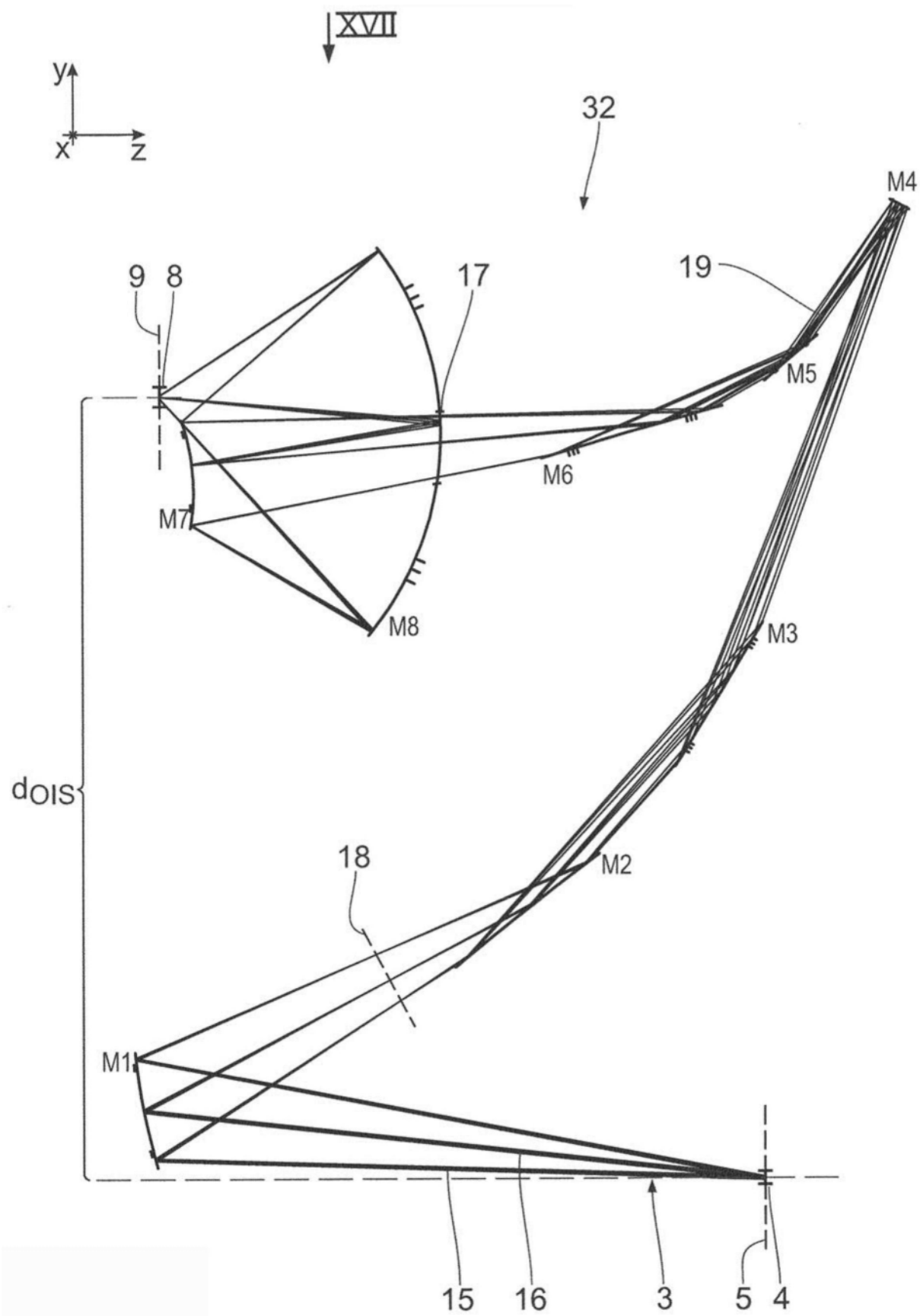


图16

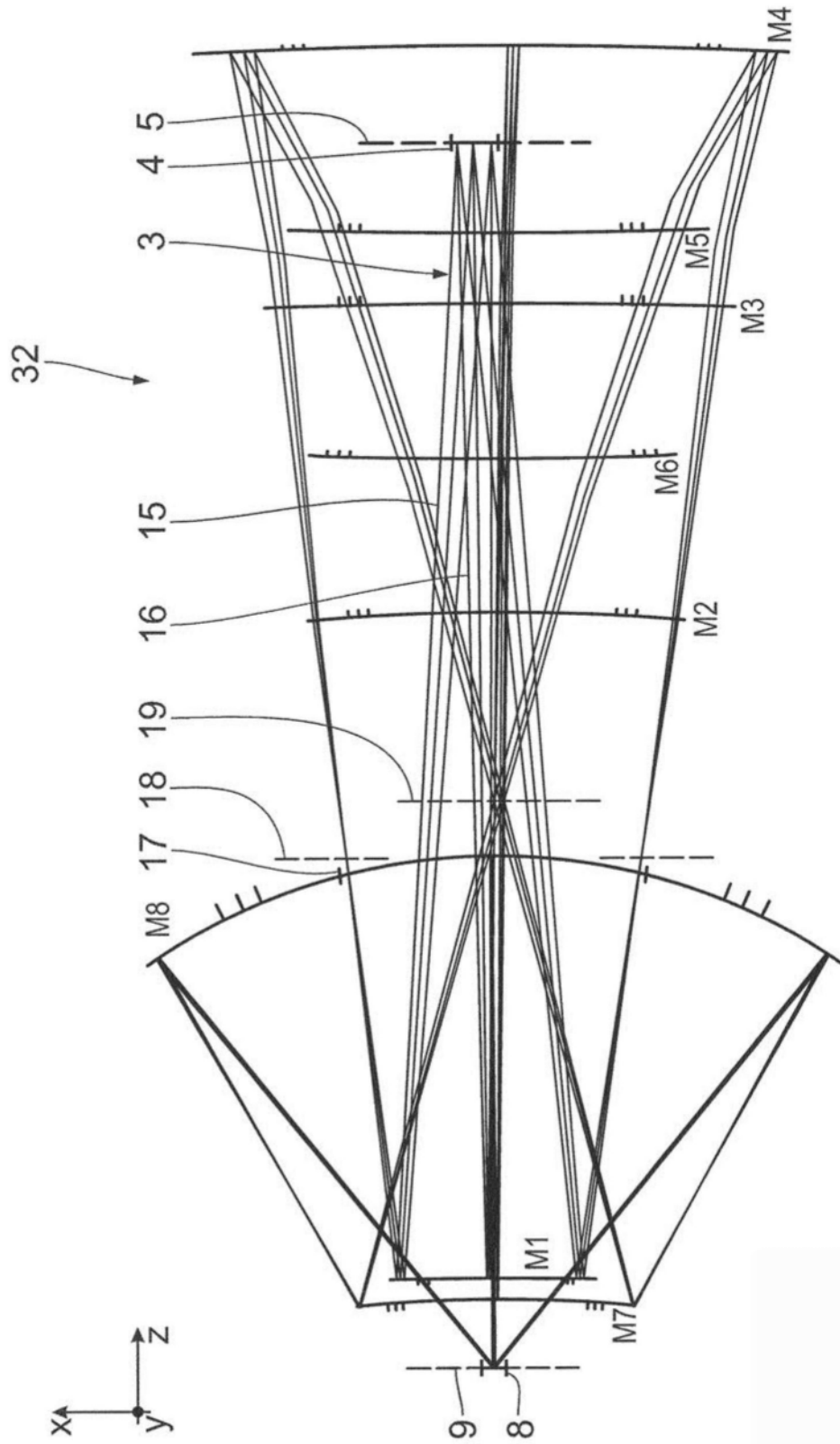


图17

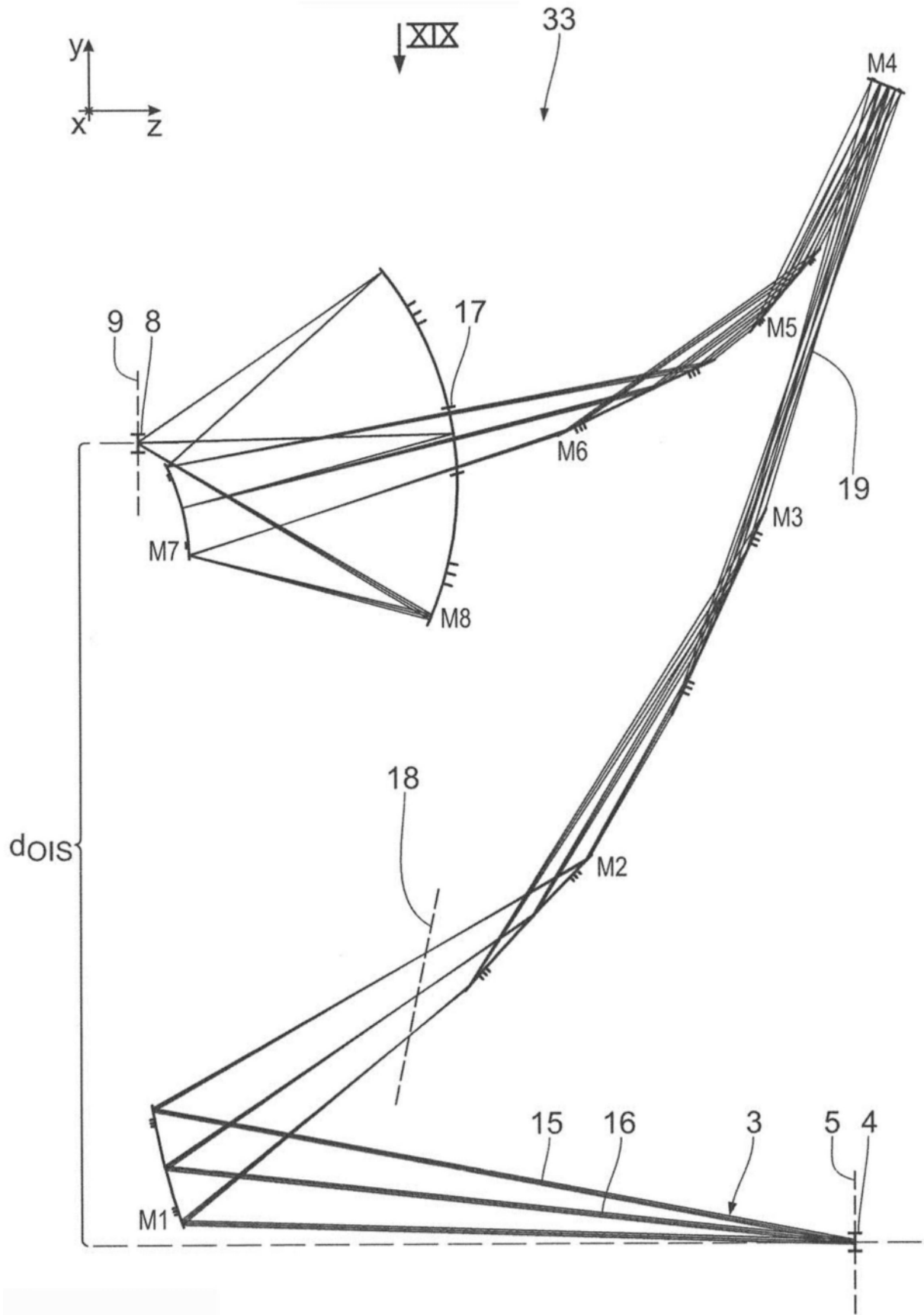


图18

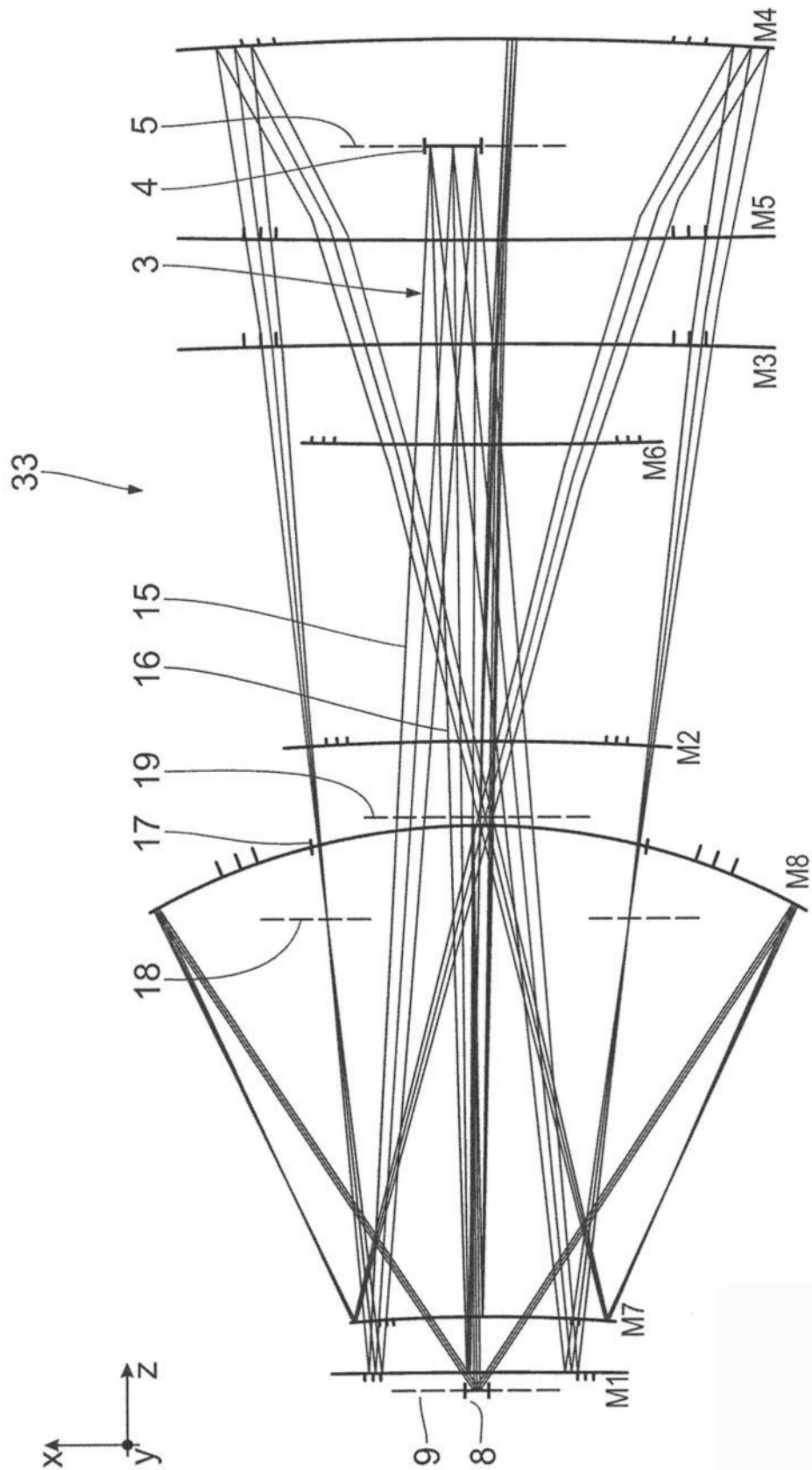


图19

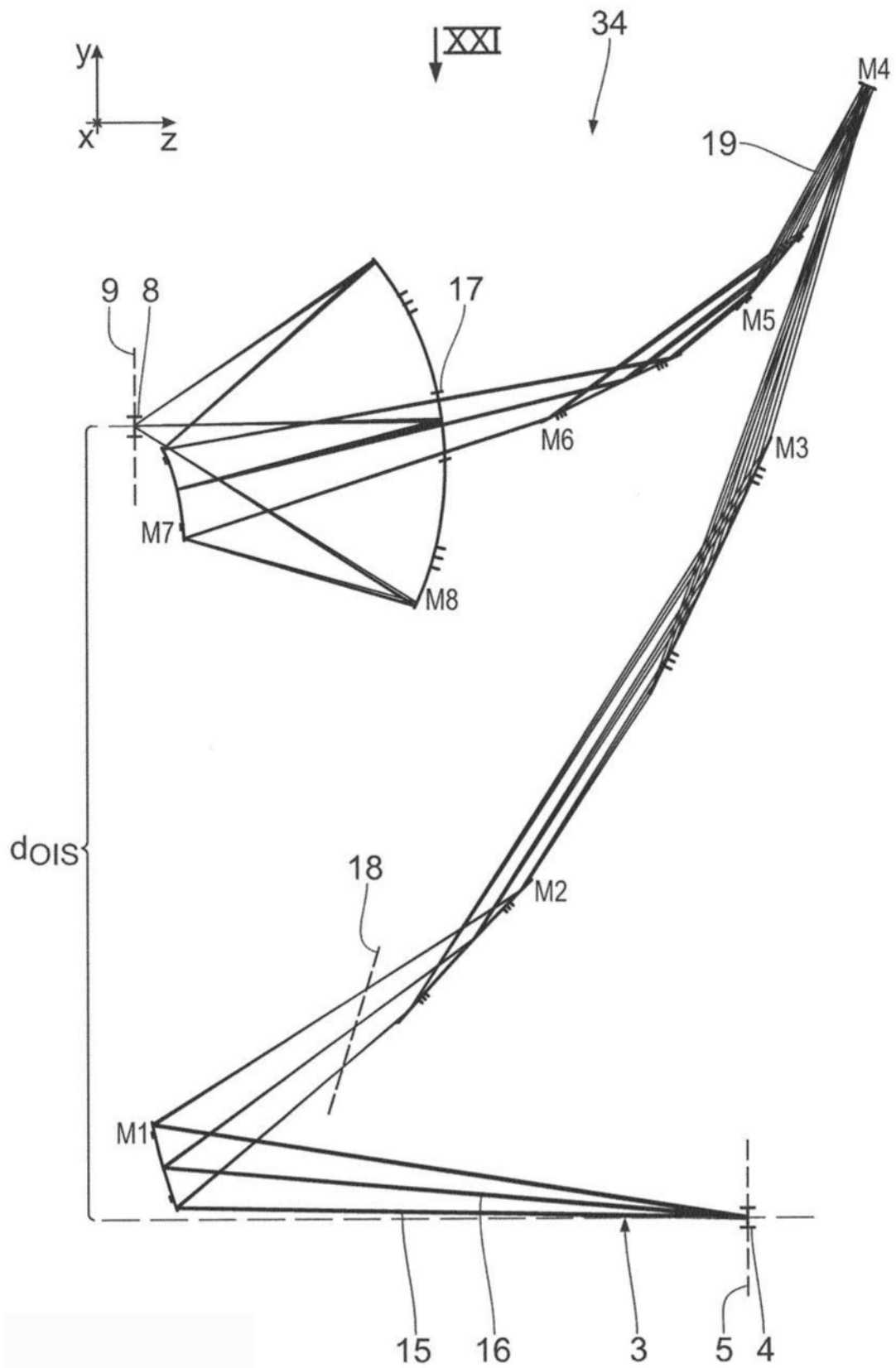


图20

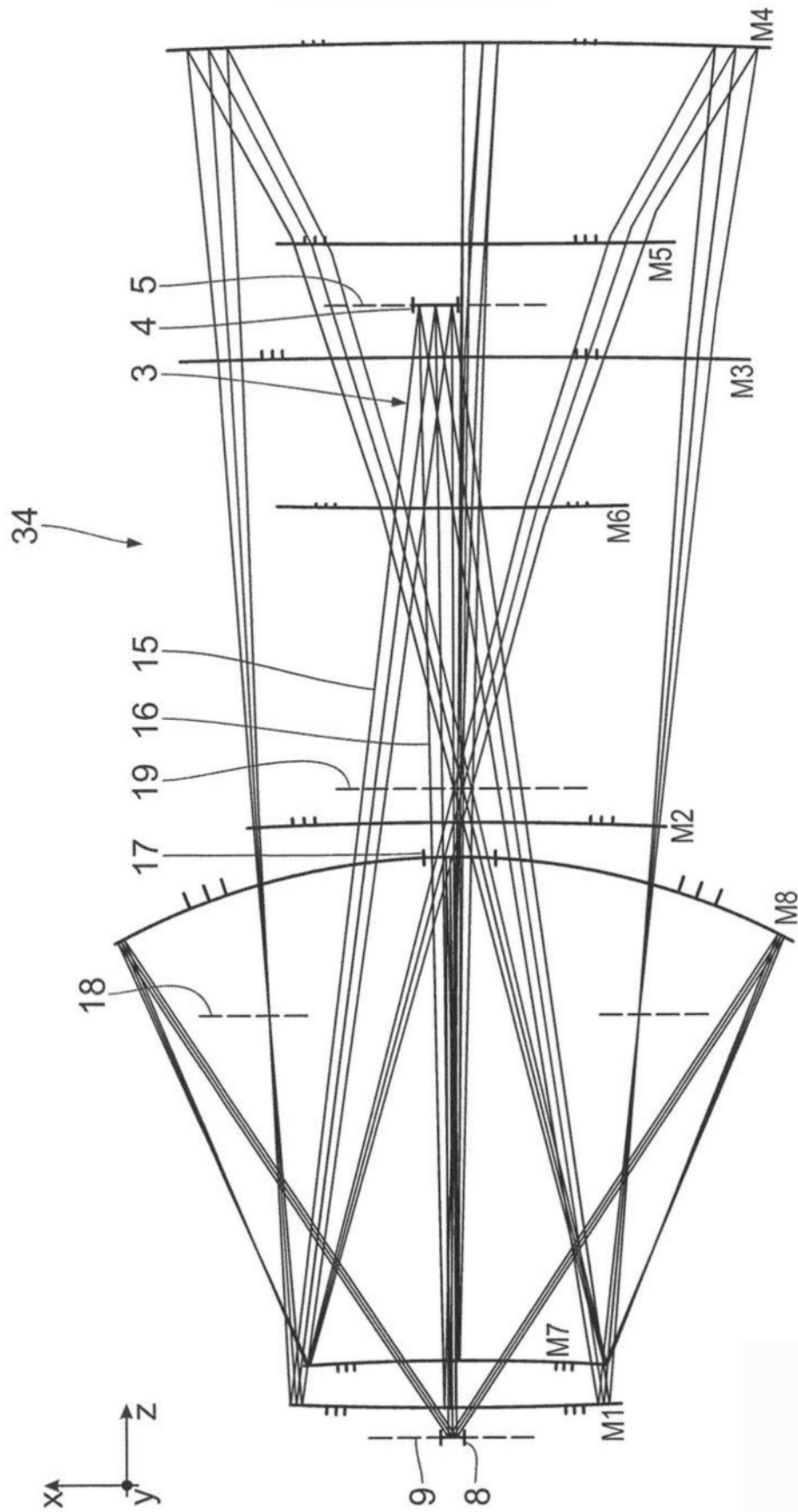


图21

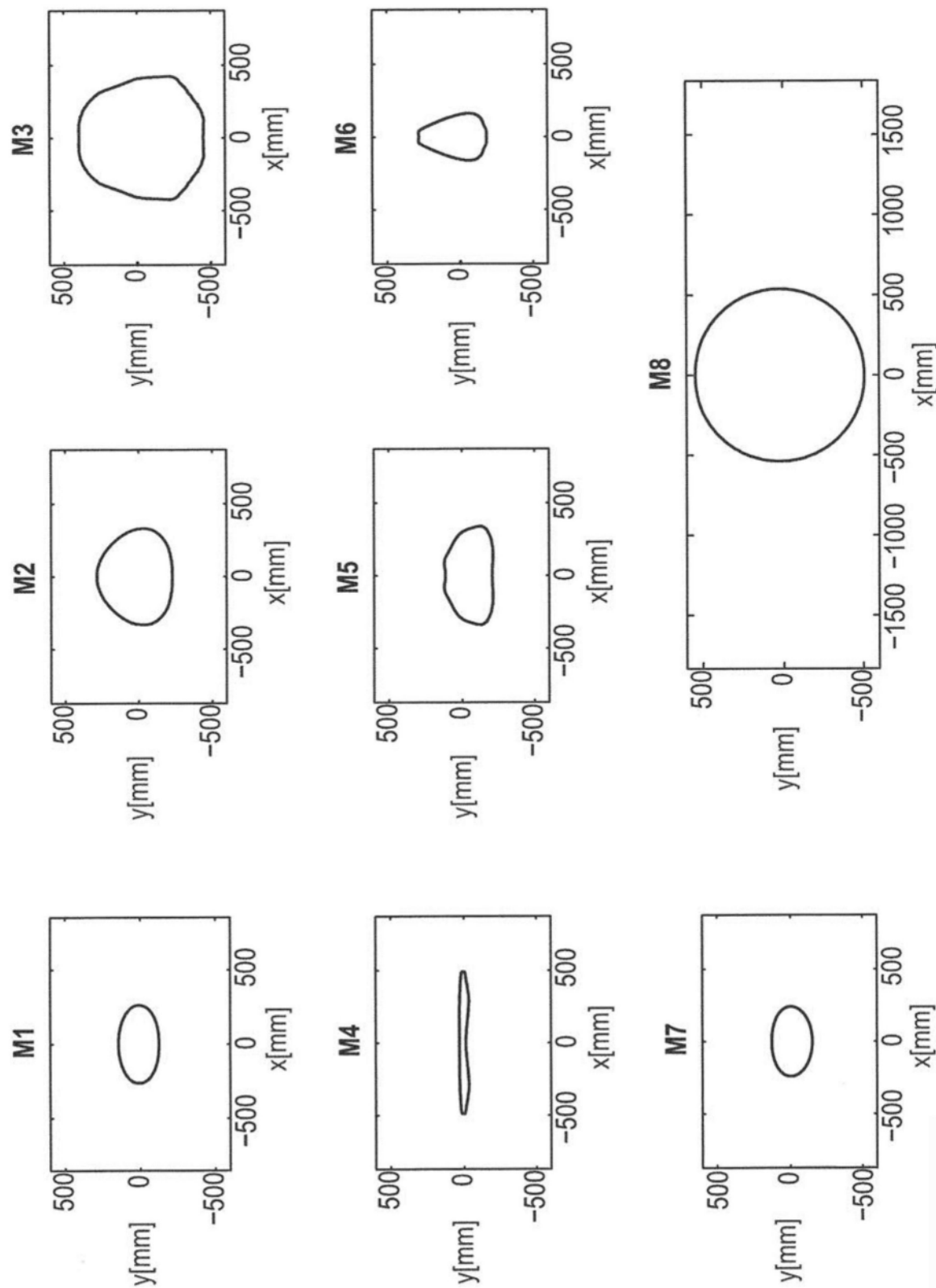


图21A

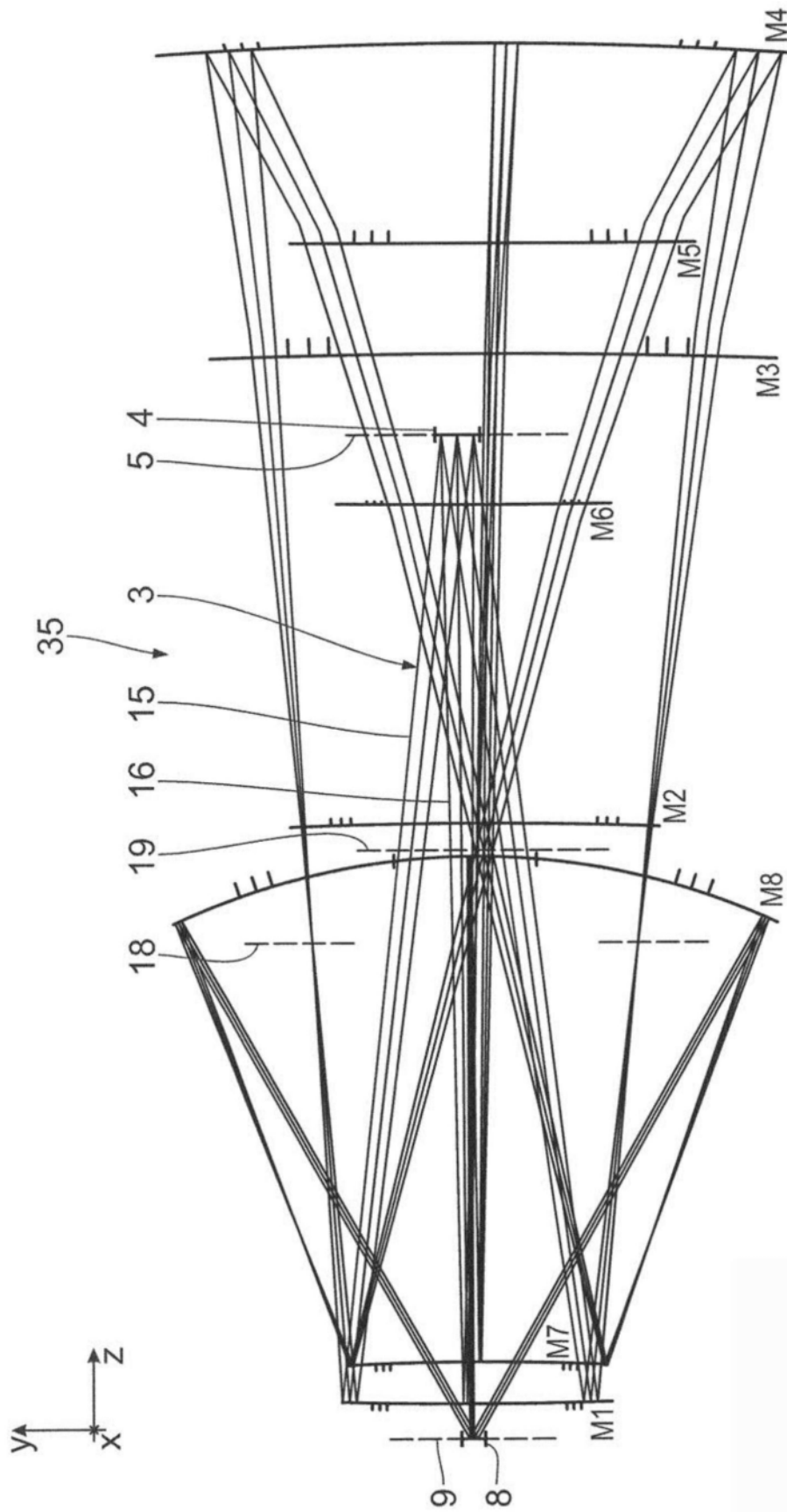


图23

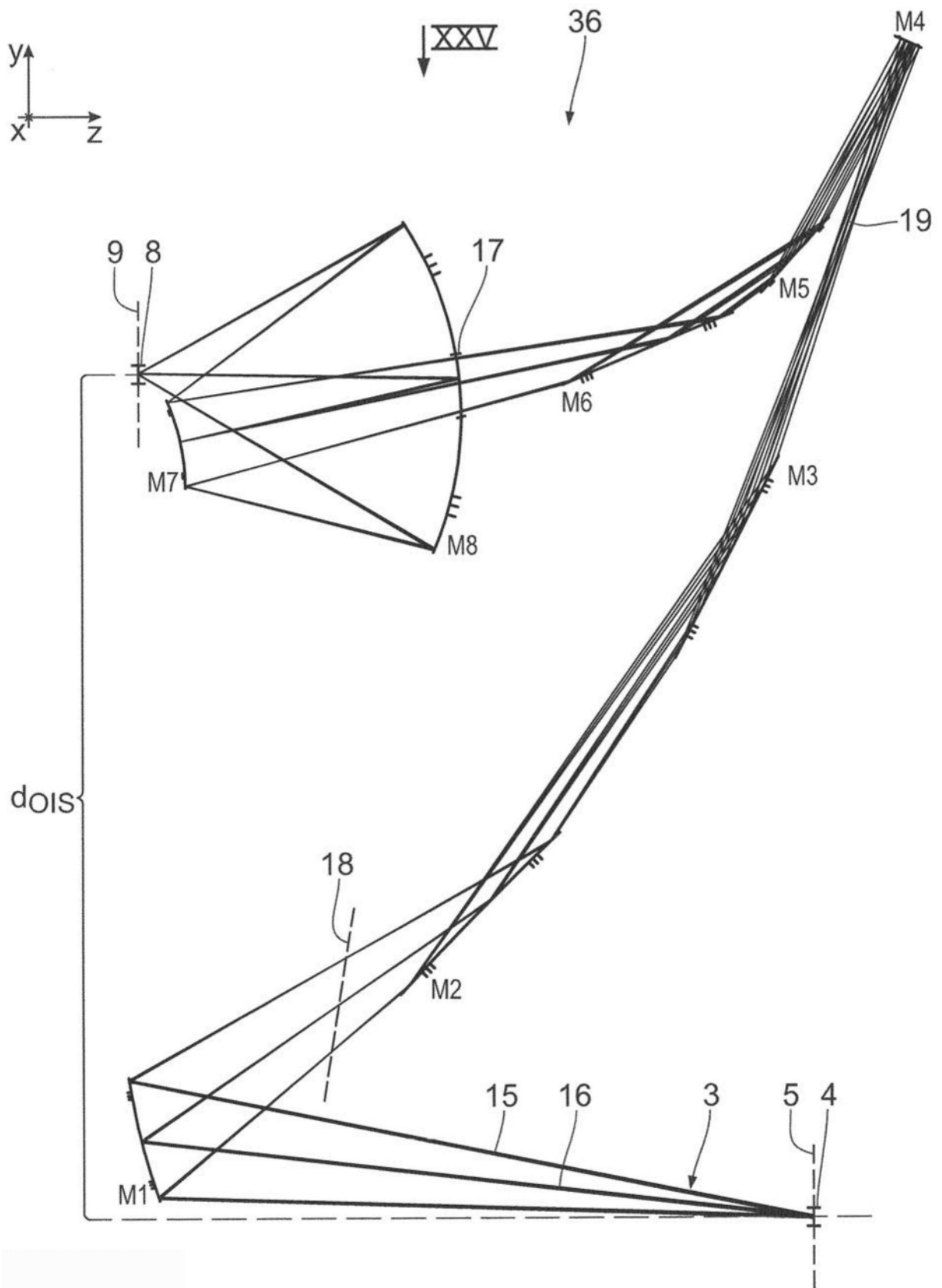


图24

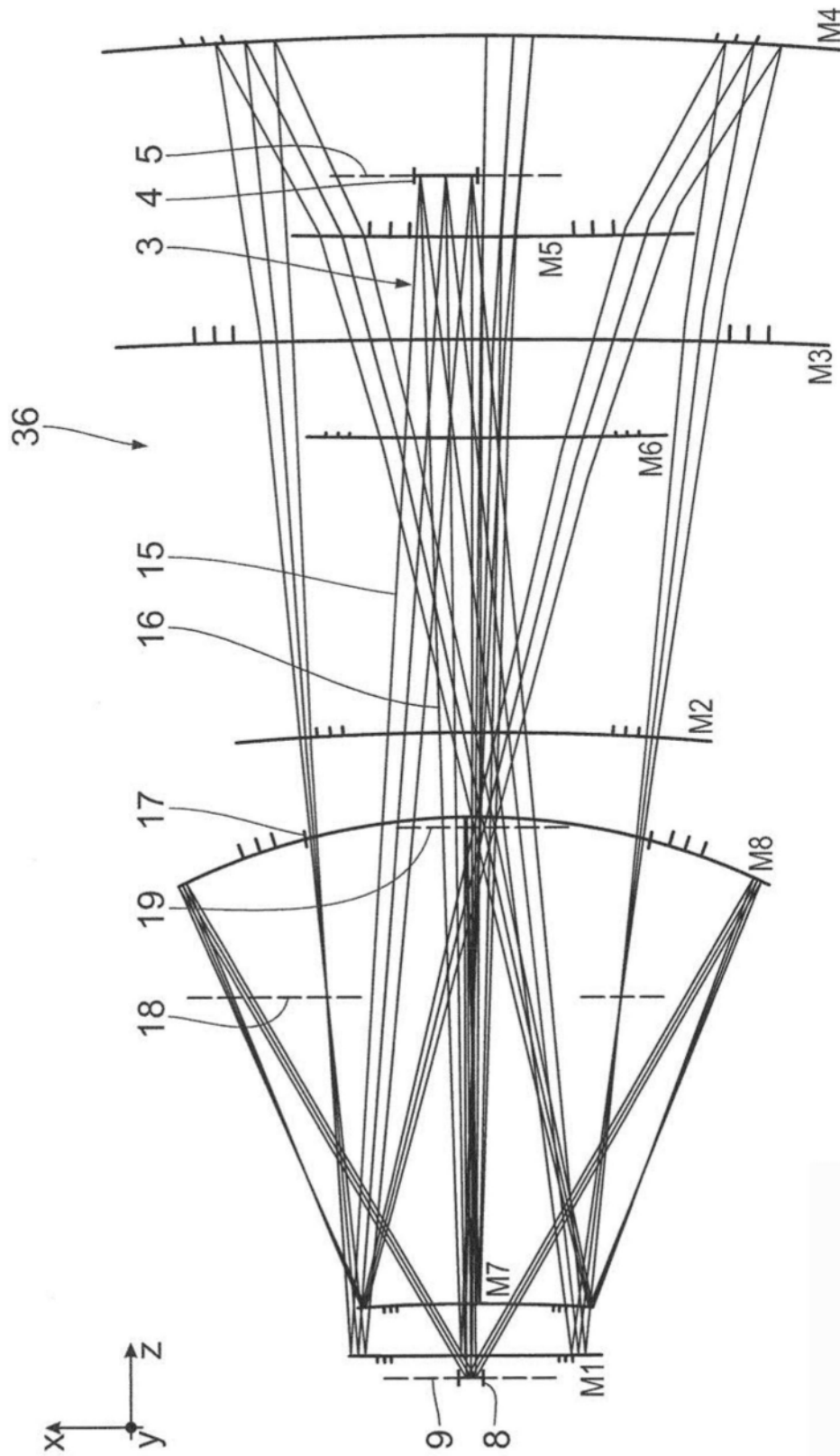


图25

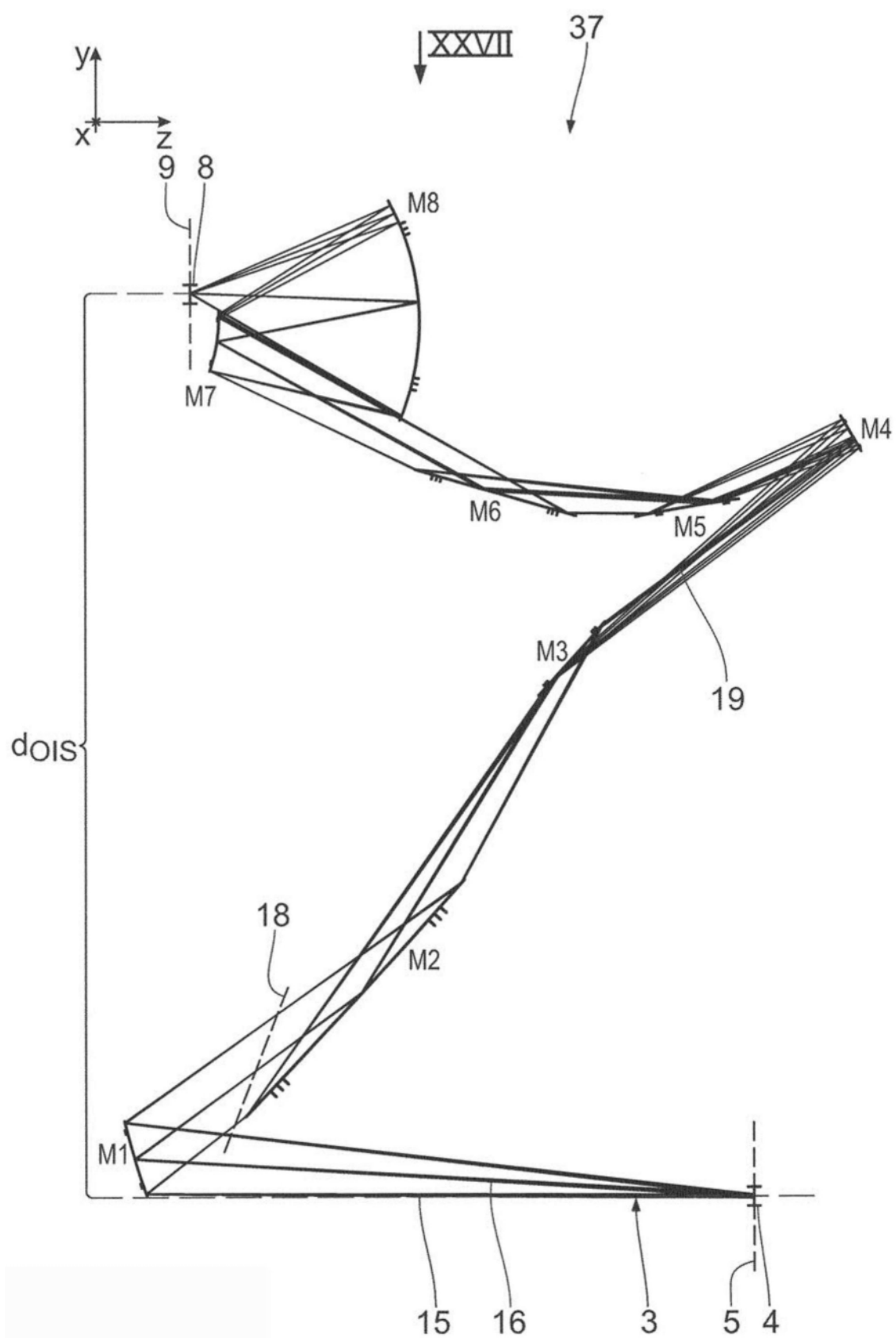


图26

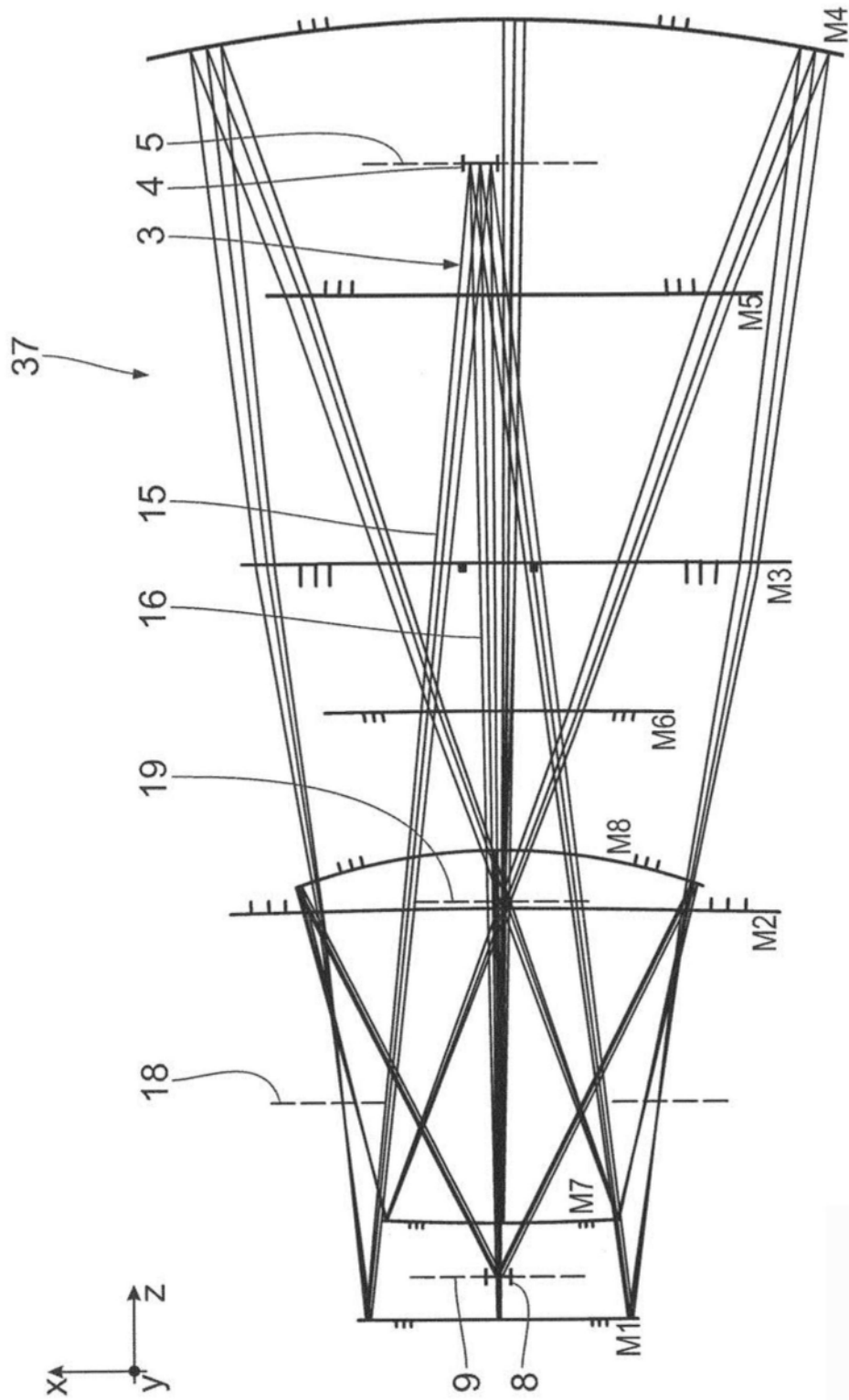


图27